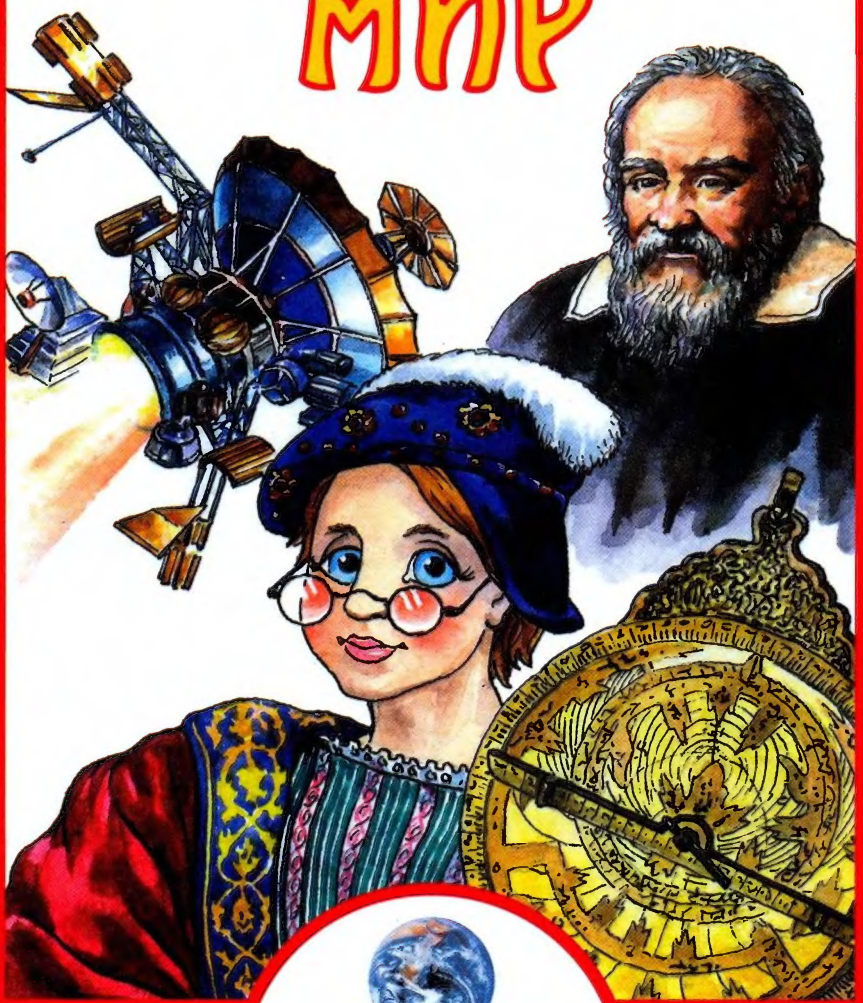
VISIT…

АСТРОНОМИЯ

Я ПОЗНАЮ МИР



ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

Я ПОЗНАЮ МИР

АСТРОНОМИЯ

АСТ • Астрель
Москва
ВКТ
Владимир

УДК 087.5:52
ББК 22.6я2
Я11

Автор *Н. Я. Дорожкин*
Художники *А. А. Румянцев, О. А. Васильев*
Иллюстрации на обложке *Ю. А. Станишевского*
Иллюстрации на обложке *Ю. Д. Федичкина (ЯПМ-2)*
Компьютерный дизайн обложки *Ю. А. Хаджи*

Я11 **Я познаю мир.** Астрономия: энцикл./ Л.Н. Дорожкин; худож. А.А. Румянцев, О.А. Васильев. – М.: АСТ: Астрель; Владимир: ВКТ, 2009. – 381, [3] с.: ил.

ISBN 978-5-17-046236-0 (АСТ)(ЯПМ-1)
ISBN 978-5-271-17886-3 (Астрель)
ISBN 978-5-226-01455-0 (ВКТ)

ISBN 978-5-17-046235-3 (АСТ)(ЯПМ-2)
ISBN 978-5-271-17887-0 (Астрель)
ISBN 978-5-226-01456-7 (ВКТ)

Очередной том популярной детской энциклопедии «Я познаю мир» посвящен астрономии. В книге рассказывается о небе и Земле, о Солнце и Луне, звездах, планетах, кометах и метеоритах, о тайнах и загадках Вселенной, о великих звездочетах древности и Средневековья, об увлекательной работе современных астрономов.

Издание снабжено предметно-именным указателем.

УДК 087.5:52
ББК 22.6я2

Подписано в печать 24.04.2009 г.
Формат 84x108$^{1}/_{32}$. Усл. печ. л. 21,00.
С.: (ЯПМ). Доп. тираж 2000 экз. Заказ № 1146и.
С.: (ЯПМ-2). Доп. тираж 2000 экз. Заказ № 1146и.

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953000 – книги, брошюры

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.60.953.Д.014255.12.08 от 23.12.2008 г.

© ООО «Издательство Астрель», 2003

ЗЕМНАЯ НАУКА О НЕБЕСНЫХ ТЕЛАХ

ЧТО И ЗАЧЕМ ИЗУЧАЕТ АСТРОНОМИЯ

На эти вопросы можно ответить и кратко, и подробно. Вот краткий ответ: астрономия изучает движение, строение и развитие небесных тел и их систем. Получаемые знания применяются для практических нужд человечества. А подробные ответы могут занять целую книгу, да и не одну. Потому что знания, которые накопила наука астрономия, очень обширны.

Астрономия, несмотря на свое звездное название (от греческих слов *астрон* — «звезда» и *номос* — «закон»), прежде всего — земная наука. Простейшие знания о небесных светилах

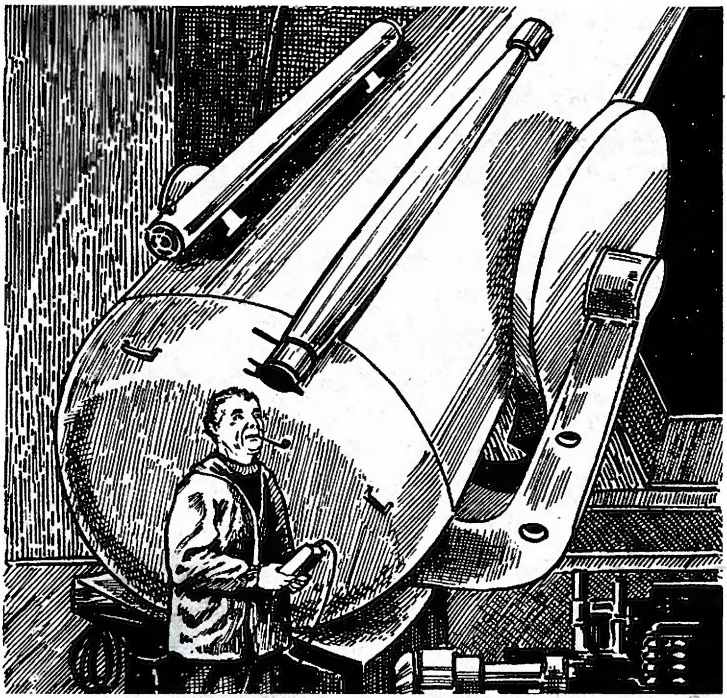
применялись древнейшими цивилизациями Китая, Индии, Вавилона, Египта, Греции для измерения **времени** и определения **направлений**. Что значит — простейшие знания о небесных светилах? Это те знания, которыми в наши дни владеет любой человек. Например, каждый знает, что **Солнце** утром всходит, а вечером заходит, и при этом время восхода и захода меняется изо дня в день, в зависимости от того, какое время года на дворе — зима или весна, лето или осень. Бросая иногда взгляд на **Луну**, мы не удивляемся, что наше ночное светило то красуется полным кругом, то висит в синеве узким серпом или плывет по небу, как челнок по морю. И мы не только не удивляемся таким переменам, но и знаем, как будет выглядеть Луна через неделю и через месяц. Вот это и есть простейшие астрономические знания.

Но на небе, кроме Солнца и Луны, множество других светил. Зрелище звездного неба — одно из самых величественных, волнующих и интересных. Если человек не только восторженно смотрит на небосвод, но и запоминает отдельные звезды и образуемые ими фигуры — **созвездия**, начинает различать среди звезд планеты, да еще и замечает, как они движутся по небу в течение ночи — значит, он уже готов получать более сложные астрономические знания. Знания о небе все расширяются и усложняются, каждая решенная задача вызывает интерес к дальнейшему познанию. Больше знаний — больше вопросов, и так до бесконечности...

Со временем человек начинает понимать, как повезло ему родиться на третьей планете от Солнца. И не только потому, что ее природа позволяет существовать и развиваться великому чуду по имени **Жизнь** и самому Роду Человеческому. Современный научно мыслящий человек осознает, что планета Земля как будто специально создана для того, чтобы могла возникнуть и развиваться астрономия. Хотя бы потому, что у нас прозрачная **атмосфера**, позволяющая видеть Солнце и Луну, наблюдать звездное небо. А будь у Земли атмосфера малопрозрачная или с непроницаемой облачностью, то, возможно, не видевшее звездного неба человечество развивалось бы совсем иначе. Как именно — об этом можно только догадываться. Вот, между прочим, интересный сюжет для научной фантастики!

В наше время астрономия тоже служит для определения точного времени и географических **координат** — без этого невозможно существование и развитие мореплавания, авиации, космонавтики, геологии, геодезии, картографии, да и многих других отраслей науки и практики. Но это лишь небольшая, хоть и очень важная, область применения астрономических знаний. Надо иметь в виду, что планета Земля — часть Вселенной, и она постоянно испытывает на себе воздействие со стороны других небесных тел, и прежде всего — Солнца и Луны.

Астрономия постоянно решает сложные задачи, чтобы ответить на вопросы: *что пред-*



Э. Хаббл у телескопа

ставляют собой небесные тела, из чего состоят, как они возникают и изменяются с возрастом, как и почему они движутся, на каких расстояниях от нас и друг от друга находятся, постоянны эти расстояния или изменяются со временем. Но чтобы получать эти сведения, астрономия широко применяет возможности других наук. Современная астрономия немыслима без математики и физики, биологии и химии, географии и космонавтики. Осваивая и применяя их достижения, астрономия не остается в долгу и, в свою очередь,

снабжает эти отрасли знания получаемой информацией. А еще астрономия ставит перед ними новые задачи, что служит хорошим стимулом для дальнейшего развития.

Кроме всего прочего, астрономия тесно связана с гуманитарными науками, особенно с философией, так как способствует формированию наиболее полной картины мира. Историкам тоже приходится обращаться к помощи астрономии, чтобы точно установить дату какого-нибудь давнего события, если оно совпало, например, с солнечным или лунным затмением, вспышкой сверхновой звезды или появлением кометы. Астрономические знания нашли отражение и в религиозной литературе. Не случайно многие астрономы древности и Средних веков были жрецами и священниками. Много прямых и иносказательных упоминаний о небесных явлениях встречается в **Библии — Ветхом и Новом Завете**, в священных книгах древних индусов (**Веды, Махабхарата**), персов (**Авеста**), египетских и китайских хрониках. Анализируя эти тексты, некоторые ученые пытаются восстановить древнейшие события космического масштаба.

Немало описаний небесных явлений в летописях, мифах и легендах, былинах и сказках, в светской художественной литературе. Вспомним хотя бы «Слово о полку Игореве», в котором неведомый автор четко связывает начало похода новгород-северского князя с солнечным затмением. А какое внимание уделя-

ется картинам неба в поэзии, прозе, изобразительном искусстве! Известны старинные картины и фрески, на которых запечатлены не только Солнце, Луна, звезды и созвездия, но также солнечные затмения, кометы и даже, говоря современным языком, неопознанные летающие объекты.

Из всего сказанного следует: астрономия необходима всем. Ведь жизнь — явление космическое, мысль человеческая — явление планетарное, и каждый человек — участник полета всего человечества на естественном космическом корабле по имени Земля.

Любознательный человек всегда задумывался над вопросами: как и когда образовалась наша Земля, из каких веществ состоит, каковы ее форма, размеры, масса, какие силы поработали и работают над нашим космическим жилищем? Что было в прошлом, что происходит сейчас в недрах Земли и в ее космических окрестностях, какие встречи и приключения ожидают наш звездолет на его извечном пути во Вселенной? Но узнавать как можно больше о Земле, о строении, состоянии и движении других больших и малых космических тел Солнечной системы и всей Вселенной — это и означает изучать астрономию.

Современная астрономия состоит из шести главных разделов.

Астрометрия изучает положение небесных тел на небе в определенные моменты времени. **Небесная механика** рассчитывает движение

небесных тел. **Астрофизика** исследует природу космических объектов, **звездная астрономия** — строение и развитие звездных систем. **Космогония** изучает происхождение и развитие небесных тел, а **космология** занимается проблемами строения и эволюции Вселенной.

РАННЕЕ ДЕТСТВО АСТРОНОМИИ

Почему люди когда-то начали наблюдения Солнца, Луны и звездного неба? Да просто из любопытства. Это как раз то самое качество, которое выделяет нас, людей, из всего животного мира, а в человеческом обществе порождает ученых, изобретателей, врачей, путешественников, писателей, художников — короче говоря, творческих личностей.

Как это происходило? К сожалению, нельзя точно восстановить образы далекого доисторического прошлого. Но представить их себе вполне возможно. Как уже говорилось, планета Земля как будто специально создана такой, чтобы ее разумные обитатели могли познавать законы окружающего мира. Так вот, в числе прочего человеческая история строит своеобразные «машины времени», то есть дает возможность ученым побывать в очень далеком прошлом.

Что это за «машины времени»? В наши дни, в XXI веке, наряду с высокоразвитыми цивилизациями, имеющими комфортабель-

ное жилье, сети дорог, удобный транспорт и быстродействующие системы связи, на Земле сохраняются «затерянные миры» — места, где немногочисленные племена людей живут в условиях каменного века, а то и более раннего доисторического периода. Эти «затерянные миры» не обязательно скрываются где-то в недоступных местах. Есть на Земле народы, давно известные ученым, но до сих пор ведущие традиционный образ жизни. И вот, попадая в гости к этим людям, ученый может получить примерное представление о том, как это было в глубокой древности...

Любопытный скотовод, стерегущий стада где-нибудь в бескрайних степях Северной Азии или Южной Европы, замечал: новая, живая трава начинает радостно зеленеть в желтобурых прогалинах как раз в те дни, когда Солнце в середине своего пути достигает такой высоты, что тень от пастушеского посоха становится немного короче самого посоха. А когда эта тень сокращается до половины посоха, трава начинает подсыхать от жары, и надо перегонять стада в том направлении, где Солнце никогда не появляется... А когда тень снова начинает удлиняться, начинаются дожди. Пастух делился наблюдениями с вождем племени. Хитрый вождь, убедившись, что пастух прав, обращался к народу со словами: «Звезды сказали нам, что пора готовиться к новому кочевью!»

Любопытный земледелец связывал положение Солнца с таянием снега и прогреванием

почвы. Древние предки славянских и финских племен Восточной Европы начинали бросать семена в землю не раньше, чем Солнце в полдень достигнет определенной высоты. Это было сигналом, что пашня уже хорошо прогрелась. И вот ровно в полдень самый старый пахарь-оратай, сняв портки, садится на вспаханную землю, чтобы поточнее измерить температуру почвы (термометров тогда не было!). И если почтенный старец скажет: «Пора!» — значит, уже можно сеять хлеб. В некоторых местностях России этот обычай, говорят, сохранялся до недавнего времени...

Любопытный рыбак на Евразийском Севере замечал, что если, управляя ладьей, постоянно держать курс вон на ту очень заметную звезду, то к утру обязательно достигнешь острова, вблизи которого всегда в это время ходят

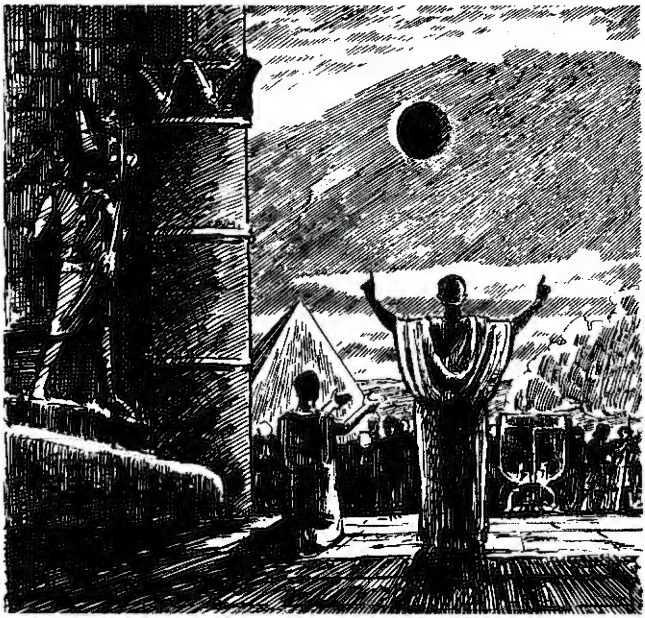
большие косяки рыбы. И все рыбаки с почтительным удивлением смотрели на своего товарища: «Он понимает язык звезд! Они сказали ему, когда будет хороший улов! Надо прислушиваться к его советам...»

А рыбак с побережья Средиземного моря обнаружил, что, стоит появиться после долгого отсутствия одной яркой звезде, как тут же начинает дуть холодный и влажный ветер, поднимающий высокие волны, и плавание становится невозможным, пока Солнце не будет больше задерживаться на небе. Он отказался выходить в море и отговаривал своих соседей, но они его дружно высмеяли: «При чем тут звезда на небе? Волны на море — от ветра, ветер — от туч, а их что-то не видно!» И под-

няли паруса. А когда вернулись без рыбы, с порванными парусами и сломанными мачтами, стали говорить об осторожном рыбаке: «Звезда его не обманула, зря мы над ним посмеялись...»

Кроме расположения самых заметных звезд и созвездий, люди отмечали также и то, в какую сторону изогнут полумесяц и сколько дней проходит между одинаковыми фазами Луны. Именно такие любопытнейшие были знатоками тайных связей между земными и небесными явлениями. Как сказали бы сейчас, эти люди обладали нужной информацией. А кто владеет информацией, тот может заглядывать в будущее. Поняв свои преимущества, они хранили свои знания от окружающих и передавали их только самым близким.

Постепенно, во времена формирования первых государств, любопытнейшие и многознающие становились **жрецами** и **мудрецами**. Жрецы Древнего мира представляли собой большую силу. В историческом романе **Болеслава Пруса** «Фараон» есть эпизод, когда в Древнем **Египте** верховный жрец, пользуясь астрономическими знаниями, усмиряет взбунтовавшееся население столицы. Когда из ниши в дворцовой стене прозвучал громовой голос «солнечного бога Ра» с угрозой покинуть людей и погрузить мир во тьму, через несколько минут Солнце действительно стало меркнуть под наползающей черной тенью. Народ в ужасе взмолился о прощении. И «бог Ра»



Солнечное затмение

сжалился над людьми: погрузив столицу во тьму, немного погодя солнечный диск открылся во всем своем великолепии. Простым египтянам и в головы не могло прийти, что жрец, точно зная время наступления **солнечного затмения**, был автором и режиссером устрашающего спектакля с невольным участием настоящего Солнца и заслонившей его Луны.

Жрецы были и первыми астрономами. Так, в **Египте** ежегодно с июля до ноября (по нашему календарю) воды Нила так заливали его долину, что река превращалась в длинное пресноводное море. Когда половодье спадало и река входила в привычные берега, начинались

посевные работы. На увлажненной паводком почве оставалось много нильского ила, очень плодородного удобрения. Урожай собирали к началу марта, когда из пустыни Сахары начинал дуть свирепый хамсин — пятидесятидневный знойный ветер с тучами горячего песка. Только стихал хамсин — наступала очередь разлива Нила...

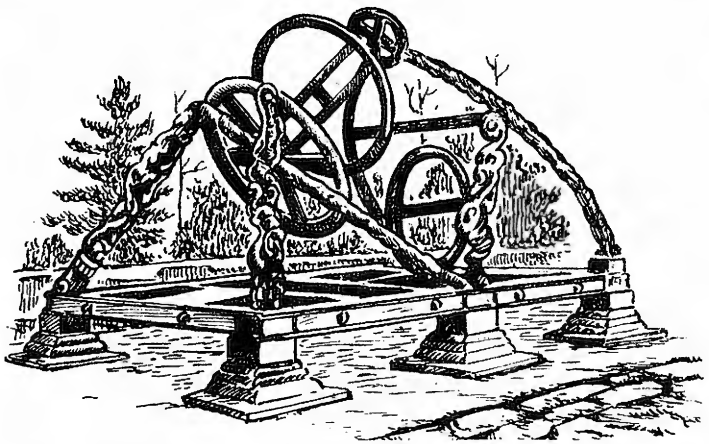
Жрецы давно заметили, что начало разлива Нила совпадает с определенным расположением звезд. Перед самым разливом реки яркая звезда **Сотис** (известная нам как **Сириус**) восходит на утреннем небе впервые за два с лишним месяца невидимости. Отметив первое появление этой звезды, жрецы объявляли людям «волю божественной Сотис» — и начиналась подготовка многочисленных каналов и дамб к заполнению водой. На стене храма богини Хатор была надпись: «*Божественная Сотис вызывает Нил к началу года*».

Жрецы, основываясь на данных многовековых наблюдений, ввели системы счета времени. Это именно они (еще за 2000 лет до Р.Х.) установили продолжительность года в 365 суток, разделили год на 12 тридцатидневных месяцев (плюс пятисуточный «довесок»), а сутки — на 24 часа. Так появились первые **календари**. Но для этого египетским астрономам нужно было постоянно пополнять свои знания. Они скрупулезно вели наблюдения, составляли таблицы, чертили карты, предсказывали погоду и стихийные бедствия. Жрецы были особой кас-

той, они занимали самые высокие посты и нередко руководили действиями царей.

Не меньшую роль играла астрономия в древнем **Китае.** При дворах китайских императоров служили специальные чиновники, которые должны были, проводя наблюдения определенных звезд «чэн», устанавливать, когда начинается тот или иной сезон. Китайские астрономы уделяли особое внимание Солнцу — его затмениям и числу пятен на солнечном диске. Они знали даже о **протуберанцах**, записывали наблюдения **комет.** Интересно, что два иероглифа, обозначающие понятие **Вселенная**, соответствуют современному выражению **«пространство и время».** Не случайно, видимо, Китай в древности назывался Поднебесной империей!

Китайские астрономы установили промежуток времени между двумя одинаковыми

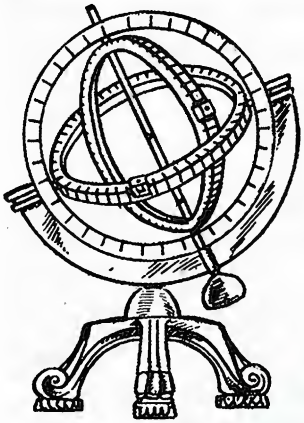


Древний китайский измерительный инструмент для определения положения звезд на небе

Китайские ученые наблюдают созвездия

фазами Луны, равный 29,5 суткам, а продолжительность года — в 366 суток. В VII веке до Р.Х. они для определения координат небесных тел уже использовали прибор из нескольких вставленных друг в друга колец — так называемую **армиллярную сферу**. Знали китайцы и **гномон** — солнечные часы, определяли по ним время суток и наступление сезонов. А в 1100 году до Р.Х. астроном **Чу Конг**, сравнивая длину тени гномона в период летнего и зимнего солнцестояния, вычислил угол наклона земной оси. Мудрые чиновники вели счет не только звездам: им были известны пять «блуждающих светил» — **планет** и периоды их движения относительно Солнца.

А в **Вавилоне** (Междуречье Тигра и Евфрата, территория нынешнего Ирака) **халдеи** (жрецы-



Армиллярная сфера

звездочеты) около 700 г. до Р.Х. издали учебник по астрономии. В этой книге, состоящей из нескольких глиняных табличек, испещренных клинописью, содержатся каталоги известных звезд, даты восхода ряда звезд, сведения о пяти планетах и Луне. Известны были мудрым халдеям и способы вычисления промежутков времени между лунными затмениями. Китайские и вавилонские астрономы занимались также **астрологией**, то есть пытались предсказывать события по взаимному расположению планет и созвездий.

Наиболее современный вид астрономия приняла в **Древней Греции**. Ученые **Эллады** стали наследниками хранителей знаний великих цивилизаций Востока — прежде всего Египта и

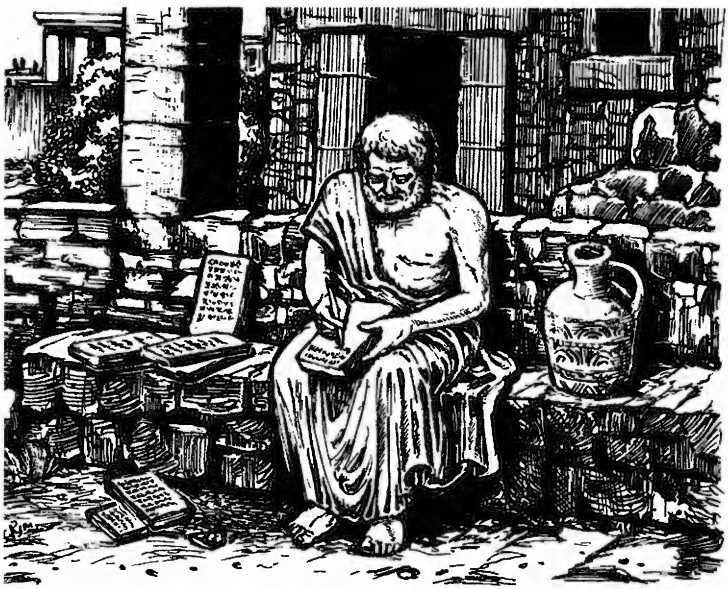
Луна и созвездие Плеяды

Вавилона. В эпических поэмах **Гомера** говорится о том, как внимательно следили мореплаватели за положением звезд и созвездий. Еще в VI в. до Р.Х. греческие моряки могли пользоваться специальным руководством по навигационной астрономии, которое составил предположительно **Фалес Милетский**, великий ученый Эллады. Столетием ранее поэт **Гесиод** написал пособие для земледельцев. Начало сельскохозяйственных работ было в нем приурочено к определенным видам звездного неба. Ничего удивительного! В античном мире каждый ученый был одновременно и поэтом.

Греческие астрономы совершили прорыв в изучении формы Земли. Все их предшественники в других странах тоже размышляли на эту тему, но так и не смогли выйти за узкие пределы, представляя Землю то плоской, то плоско-выпуклой. Первым, кто высказал предположение о том, что Земля имеет форму шара, был в VI веке до Р.Х. великий ученый античности **Пифагор.**

Пифагор
(ок. 570 — ок. 500 гг. до н. э.)

Всего через столетие после Пифагора философ **Демокрит** выступил с утверждением, что



Демокрит, излагающий на глиняных табличках свое представление о строении мира

Вселенная состоит из бесконечного числа разнообразных миров. Он же говорил, что Солнце во много раз больше Земли, Луна светит отраженным солнечным светом, а **Млечный Путь** представляет собой скопление громадного количества звезд.

ТЫСЯЧИ ЛЕТ БЕЗ ТЕЛЕСКОПА

Астрономические наблюдения в Древнем **Египте** не нуждались в особых условиях. Наблюдатели располагались на вершинах или ступенях высоких пирамид. Для наблюдения

утреннего восхождения **Сириуса** большего и не требовалось. Изучение движения Солнца и Луны также обходилось без специальных сооружений и приспособлений. Несмотря на это, именно древними египтянами было установлено, что период летнего солнцестояния, момент появления Сириуса после семидесятидневного отсутствия и начало разлива Нила практически совпадают по времени. Ими же был создан первый солнечный календарь, который лежит и в основе нашего современного календаря.

Но не только пирамиды служили для астрономических наблюдений. В городе **Луксоре** находится известная древняя крепость **Карнак**. Там, неподалеку от большого храма **Амона-Ра**, расположено небольшое святилище **Ра-Горахте**, что переводится как «Солнце, сияющее над краем неба». Название это дано не случайно. Если в день зимнего солнцестояния наблюдатель стоит у алтаря в зале, который носит название «Высокий покой Солнца», и смотрит в направлении входа в здание, он видит восход Солнца в этот единственный день года.

Крепость Карнак в Луксоре

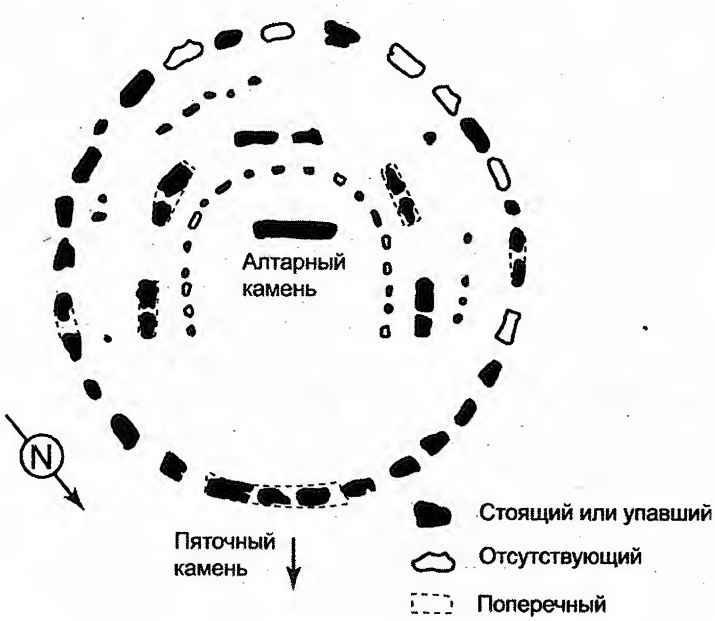
Гномон-обелиск царицы Хатшепсут в Карнаке

Есть и еще один **Карнак** — приморский городок во Франции, на южном побережье **Бретани.** Случайно или нет совпадение египетского и французского названий, но в окрестностях Карнака бретанского тоже обнаружено несколько древнейших **обсерваторий.** Эти обсерватории сооружены из огромных камней. Один из них **(Камень Фей)** тысячи лет возвышался над землей. Его длина 22,5 метра, а вес — 330 тонн. Карнакские камни обозначают направления на точки неба, в которых бывает виден заход Солнца в день зимнего солнцестояния.

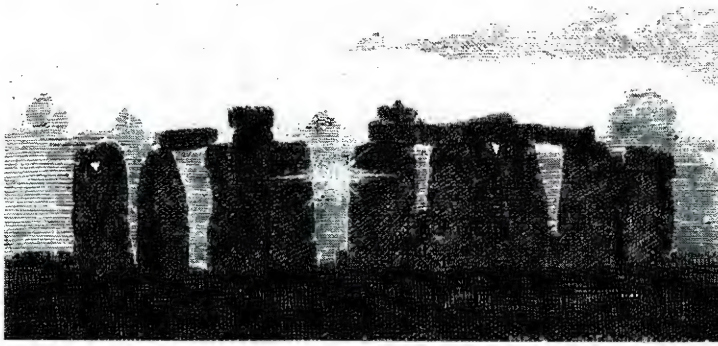
Древнейшими астрономическими обсерваториями доисторического периода (IV–III тысячелетия до Р.Х.) считаются некоторые загадочные сооружéния на Британских островах. Самая впечатляющая и наиболее подробно исследованная обсерватория — **Стоунхендж** в Англии. Это сооружение состоит из четырех больших каменных кругов. В центре находится так называемый «алтарный камень» пятиметровой длины. Его окружает целая система кольцевых и дугообразных ограждений из камней и арок высотой до 7,2 метра и весом до

25 тонн. Вход в Стоунхендж находится на северо-востоке. В направлении входа стоит каменный столб, наклоненный к центру круга — так называемый **Пяточный камень.**

Установлено, что каменные глыбы, из которых сооружен Стоунхендж, были доставлены из карьера, находящегося на расстоянии в 380 километров. В наши дни для их доставки потребовались бы мощные тягачи и специальные грузовые платформы, гигантские подъемные краны и, конечно, хорошие дороги. Но 3100 лет назад, когда предположительно было начато возведение обсерватории, ничего этого в Англии не было. Спрашивается, кто и как до-



План Стоунхенджа



Восход солнца в Стоунхендже

ставлял сюда тяжести, устанавливал эти гигантские глыбы? Вопрос остается открытым...

Ясно одно: наблюдатель, находящийся в центре комплекса, может увидеть через одну из арок 30-метрового кольца, как прямо над Пяточным камнем восходит Солнце. Это возможно только в день летнего солнцестояния! Вот как пишут об этом очевидцы: *«Зрелище это действительно впечатляет. Сквозь сиреневый туман, обычно клубящийся в долине в этот ранний час, вдруг пробивается яркий луч — как раз над вершиной Пяточного камня! Точно закрепленные лучи зрения, по мнению астрономов, заставляли наблюдателя смотреть на строго определенные участки неба, задавали направления, где происходили ожидаемые явления...»*

Стоунхендж — не просто **обсерватория** для наблюдения Солнца и Луны. Есть предположение, что кольца Стоунхенджа моделируют орбиты планет Солнечной системы. Некоторые

расчеты ученых показывают, что расстановка его камней позволяла в далеком прошлом прогнозировать приливы и отливы, а расположение отдельных элементов сооружения точно обозначает точки восхода и захода десяти главных звезд — но не в наше время, а 12 тысяч лет назад. Это может означать, что Стоунхендж значительно старше, чем принято считать...

Однако обсерватории из каменных столбов и арок сооружались не только на Британских островах. В юго-восточной части пустыни Сахары, в местности **Набта**, высятся из песка вертикальные каменные глыбы. Вся площадь обсерватории занимает около трех квадратных километров. От сооружения глубокой древности (его возраст примерно 7 тысяч лет) сохранилось 10 каменных плит высотой до 3 метров, 30 овальных глыб поменьше и выложенный из более мелких увесистых камней так называемый календарный круг. В его внутренней части вертикальные камни указывают направления на точки восхода, высшего положения и захода Солнца в день летнего солнцестояния. Этот день был очень важен для местности, где он знаменует начало периода муссонов.

Вертикальные каменные глыбы в Набта

Обсерватория Улугбека

Первая китайская **обсерватория** появилась в XII веке до Р.Х. (ее построил император У Вон династии Чжоу). На плоской крыше невысокой башни размещались инструменты для измерения углов. Во II веке нашей эры у китайских звездочетов уже были своеобразные отрывные календари. Такой календарь представлял собой искусственное дерево, ежедневно роняющее по одному листку. А в XII веке нашей эры в Пекине выстроили уже большую обсерваторию, которая сохраняется и доныне. Некоторые обсерватории древности были спроектированы таким образом, чтобы само сооружение могло служить угломерным инструментом.

Точность измерений напрямую зависит от размеров прибора, и чем он больше, тем точнее измерения. Поэтому обсерватории тех времен нередко представляли собой грандиозные сооружения.

Поражает воображение секстант радиусом в 40 метров! Он был сооружен в XV веке для

обсерватории **Улугбека** под Самаркандом. Умные правители не жалели денег на астрономию. Хан Хулагу, сын Чингисхана, оплатил строительство научного центра и обсерватории в завоеванном городе Марага (на территории нынешнего Ирана). Известны старинные обсерватории в Дели (Индия), Александрии (Египет времен греческого завоевания), Кордове (Испания мавританского периода) и во многих других городах и странах.

ОСОБЕННОСТИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

На протяжении почти всей истории астрономические наблюдения велись исключительно с поверхности Земли. Только с началом космической эры появилась возможность проводить наблюдения из космоса — с помощью автоматических и пилотируемых кораблей и орбитальных станций. Космический телескоп **«Хаббл»**, работающий за пределами земной атмосферы, на орбите искусственного спутника Земли, позволяет получать информацию о самых отдаленных объектах Вселенной. Но при всех современных достижениях наблюдения в астрономии имеют несколько особенностей. Чтобы иметь ясное представление о работе астрономов, эти особенности следует знать.

Во-первых, в процессе наблюдения астрономы не могут воздействовать на космические те-

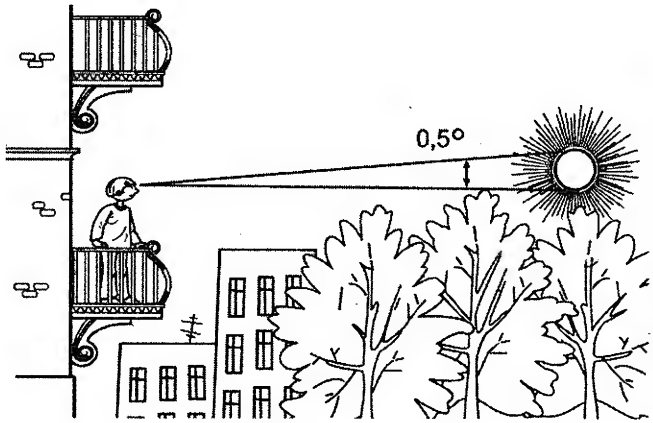
ла, проводить с ними какие-либо эксперименты. Физик может изменять условия опыта — температуру, давление, химик может смешивать вещества и разлагать их на составные элементы. Астроном может только наблюдать! Даже при всех возможностях современной космонавтики, позволяющих выйти за пределы Земли, эта особенность сохраняется.

Во-вторых, большинство небесных явлений протекает чрезвычайно медленно. Для сравнения: некоторые физические процессы занимают миллиардные доли секунды. Химик наблюдает реакции, идущие от доли секунды до нескольких часов. Биолог имеет дело с неделями, месяцами и годами. Но астрономам (а точнее, целым поколениям астрономов) для наблюдений чаще всего требуется очень продолжительное время — сотни и даже тысячи лет. Это объясняет, почему для астрономии остаются ценными некоторые наблюдения, проведенные древними астрономами (в том числе и упомянутыми выше жрецами) тысячи лет назад — при всей их неточности.

В-третьих, наблюдения за положением и движением небесных тел ведутся с Земли, которая при этом сама находится в постоянном и сложном движении — вокруг своей оси и одновременно вокруг Солнца (не считая вращения вместе с Солнцем вокруг центра нашей Галактики). С чем это можно сравнить? Допустим, пилоту воздушного шара надо описать движение какого-то неопознанного летающего объ-

екта. Таинственный НЛО устремляется круто вверх, зависает, делает спирали, пикирует и снова спиралью ввинчивается в зенит. А воздушный шар в это время крутится вокруг своей оси, и воздушные вихри носят его по большому кругу, но и это не все — порывами ветра его еще и раскачивает в разные стороны... Какой получится описанная пилотом траектория движения НЛО? Положение астронома в какой-то степени сравнимо с условиями, в которых находится любознательный уфолог-аэронавт. Поэтому, как нетрудно понять, картина звездного неба существенно зависит от места и времени наблюдения.

В-четвертых, большинство астрономических наблюдений связано с угловыми измерениями. То есть измеряются **угловые высоты** небесных тел, **угловые расстояния** между небесными объектами и **угловые размеры** самих объектов. Что это значит? Вот, например, утром восходит Солнце. Когда солнечный диск полностью «нарисуется» над крышей дома, видимой из окна, мы можем с полным правом сказать: «Высота верхнего края Солнца над крышей — $^1/_2$ градуса, высота нижнего края — ноль градусов». Дело в том, что угловой размер видимого с Земли солнечного диска равен как раз половине градуса. Точно такой же угловой размер имеет и видимый диск Луны. А весь небосвод, по самой большой дуге, которая проходит через высшую точку неба, имеет угловой размер 180 градусов.



Угловое измерение

На основании угловых измерений делаются выводы о линейных расстояниях и линейных размерах объектов. Наблюдателю с Земли все звезды кажутся одинаково удаленными от него. На самом же деле расстояния до разных звезд могут отличаться в тысячи и миллионы раз. Или, напротив, Солнце и Луна кажутся нам и равными по величине, и одинаково удаленными. Но в реальности диаметр Солнца больше лунного примерно в 400 раз, и во столько же раз больше расстояние от него до Земли.

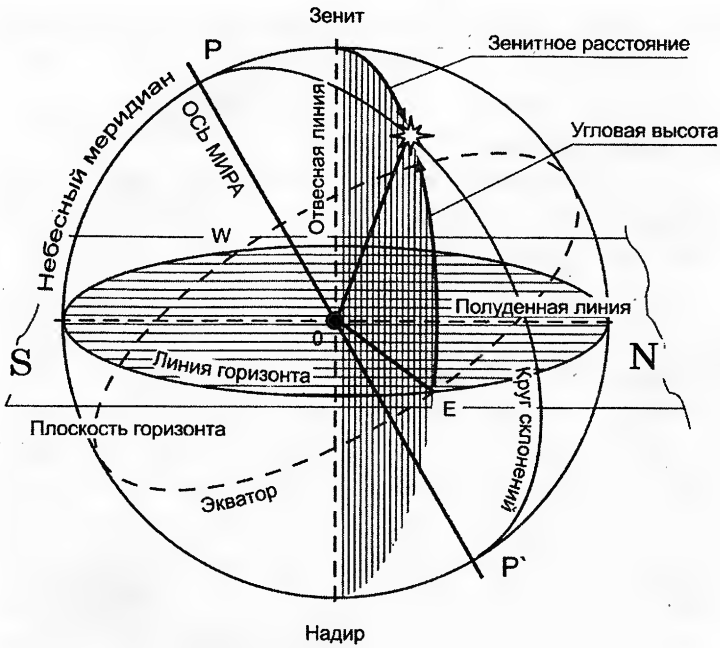
НЕБЕСНАЯ СФЕРА В ТОЧКАХ И ЛИНИЯХ

«Небосвод над тобой, словно зонтик голубой» — эти слова из туристской песни очень точны. Человеку и вправду кажется, что все

небесные тела расположены на внутренней поверхности огромного купола. Впечатление небесного купола настолько сильно, что в человеческом сознании закрепилось такое понятие — **небесная сфера.** Поскольку сфера эта воображаемая, она не имеет никакого определенного радиуса. А центр небесной сферы находится в глазу каждого наблюдателя.

На небесной сфере можно указать точный адрес каждой звезды, чтобы нанести на карту маршруты движения Солнца, Луны и планет. Для этого в астрономии существуют **небесные координаты.** Вся небесная сфера вращается вокруг центра. На сфере этот центр — в неподвижной точке. Такая неподвижная точка есть над северным и над южным полушарием Земли. Эти точки — два **полюса мира, северный P и южный P'**, а соединяющая их прямая — **ось мира.**

Плоскость, перпендикулярная оси мира, пересекает небесную сферу по большой окружности, которая называется **небесным экватором.** Небесный экватор делит небесную сферу на два **полушария — северное и южное.** Мы живем в северном полушарии Земли и наблюдаем северное полушарие небесной сферы. Представим себе отвесную линию, уходящую вверх и вниз до пересечения с противоположными точками небесной сферы. Высшая точка неба, находящаяся над головой наблюдателя, называется словом **зенит,** а противоположная ей точка — **надир.** Плоскость, перпендикулярная этой отвесной линии и проходящая через



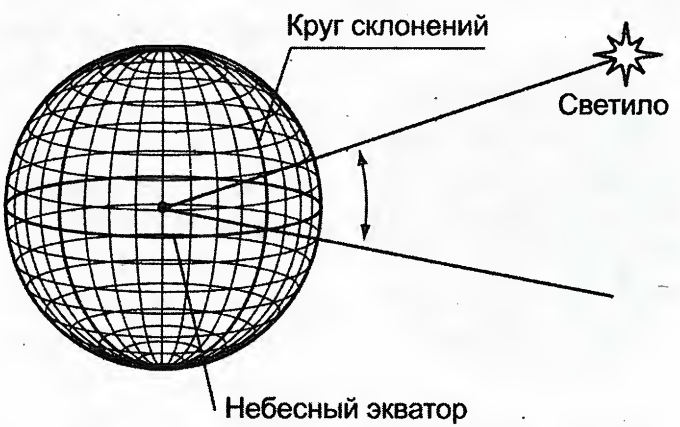
Небесная сфера

центр небесной сферы (глаз наблюдателя), называется **плоскостью горизонта.** Она пересекает небесную сферу по окружности, которая называется **линией горизонта.** Положение светила (в градусах) относительно горизонта называется его **угловой высотой**, а угол между зенитом и светилом — **зенитным расстоянием.**

Точки, в которых небесный экватор пересекает линию горизонта, называются точками **востока E** и **запада W.** Окружность, проходящая через полюса мира, зенит и надир, называется **небесным меридианом.** Небесный меридиан, пересекая небесный экватор в точках

севера N и юга S, делит небесную сферу на восточное и западное **полушария**. Прямая, соединяющая точки севера и юга, называется **полуденной линией**.

Когда астроном вооружен всеми этими линиями и точками, он может нанести их на любую сферическую поверхность и получить таким образом **небесный глобус**. На нем через полюса мира проводятся окружности, подобные небесному меридиану — их может быть 12 или 36, а лучше всего — 360. Тогда угол между двумя соседними линиями будет составлять 1 градус. А если небесный меридиан и все меридиональные окружности тоже поделить на 360 градусов, через точки деления можно провести 360 окружностей, параллельных небесному экватору. Полученная координатная сетка позволяет точно определить положение любого объекта на небесной сфере. Если на Земле есть по-



Небесная сетка координат

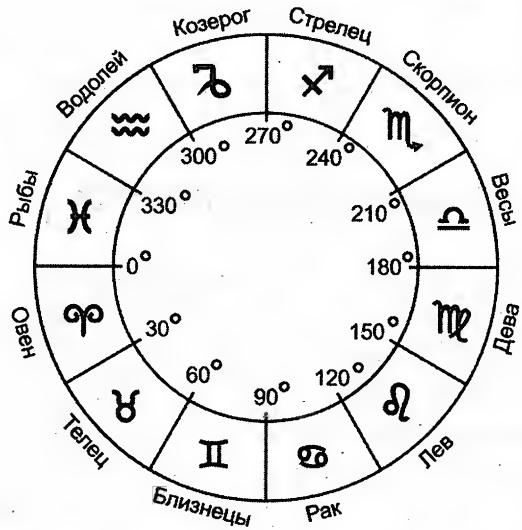
нятия географической **широты и долготы**, то на небе им соответствуют другие две координаты — **склонение и прямое восхождение**.

ЗОДИАК И ЭКЛИПТИКА

Слово **зодиак** — из одного семейства с **зоологией**. Потому что в его основе — греческое *зоон*, то есть *животное*. А слово «зодиак» переводится как «пояс животных». Так получилось, что видимый небесный путь Солнца, Луны и планет проходит через созвездия, 11 из которых имеют названия живых существ: Овен (баран), Телец (бык), Близнецы, Рак, Лев, Дева, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. Между Девой и Скорпионом расположились Весы. Это единственное «техническое средство» в компании людей и животных. Как можно без техники?

Древний арабский зодиак

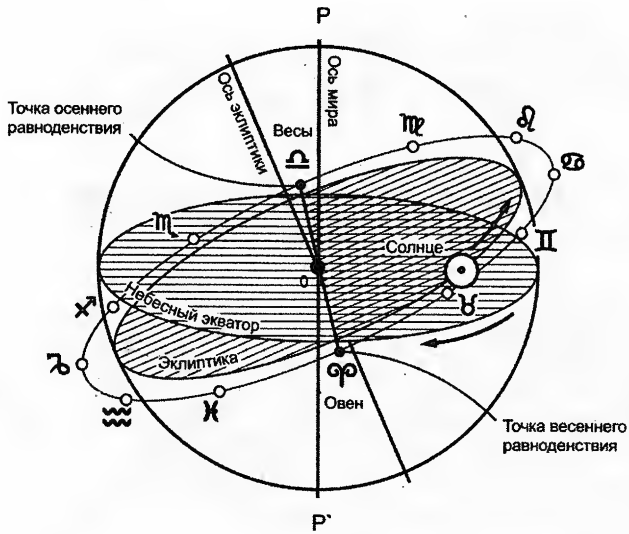
Наши предки давно заметили череду этих созвездий на пути небесных тел. Их изображения можно увидеть на страницах старинных книг и стенах древних культовых сооружений, на женских украшениях и общественных зданиях. Без упоминания знаков Зо-



Зодиакальный круг

диака не могут обходиться астрологи и алхимики, поэты и суеверные люди. Почему знаков Зодиака именно 12? Луна в течение года 12 раз проходит через все свои фазы — от новолуния до полнолуния. Внимательные наблюдатели очень давно поняли, что **Луна** светит отраженным светом Солнца. Это значит, что в момент полнолуния она находится на одной прямой с Землей и Солнцем, и так бывает 12 раз в году. Это побудило жрецов Древнего мира поделить год на 12 месяцев. Первые **календари** были лунными, потом появились лунно-солнечные и солнечные.

Но число месяцев оставалось равно 12. Этому числу в древности придавалось особое значение. У некоторых народов даже система



Небесная сфера и видимый годовой путь Солнца

счисления была двенадцатиричной. Отсюда и счет на дюжины. В сутках 24 часа (два раза по 12). Каждые сутки точка высшего положения Солнца смещается примерно на один градус, а за месяц — на 30 градусов. Поэтому в круге 360 градусов (12×30).

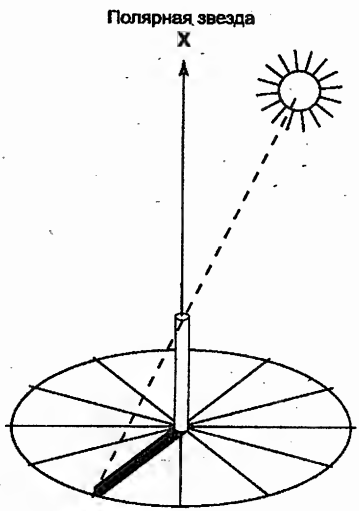
С зодиакальным поясом связана линия, пересекающая экватор в двух точках — это **эклиптика,** или видимый годовой путь Солнца по небесной сфере. Эклиптика лежит в плоскости, расположенной под углом в 23,5 градуса к плоскости небесного экватора. Линия эклиптики проходит по небесной сфере через 12 зодиакальных созвездий. Точки пересечения эклиптики и экватора называются точками **весеннего и осеннего равноденствий.** Точка

весеннего равноденствия обозначается знаком Овна, а осеннего — знаком Весов.

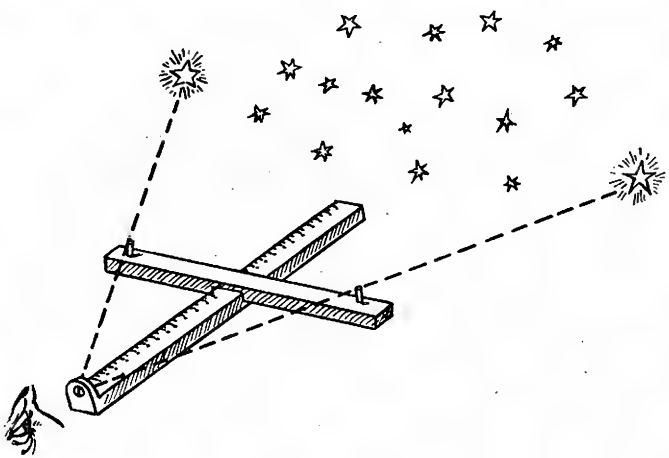
ПЕРВЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Самый простой инструмент — **гномон**, или солнечные часы. Это прямой шест или столбик, отбрасывающий солнечную тень на гладкую поверхность с отметками. Древним пастухам и кочевникам не был нужен и шест — они определяли время по длине собственной тени. А ночью — по положению знакомого созвездия. Например, алтаец смотрел, какую часть круга пробежал «Звездный конь» относительно «Прикола» — Полярной Звезды. Но астроному гномон уже позволял определять угловую высоту Солнца.

Посредством гномона определялись также дни летнего и зимнего солнцестояний, когда угловая высота Солнца была максимальной и, соответственно, минимальной. Зная эти величины, можно определить широту места наблюдения. По



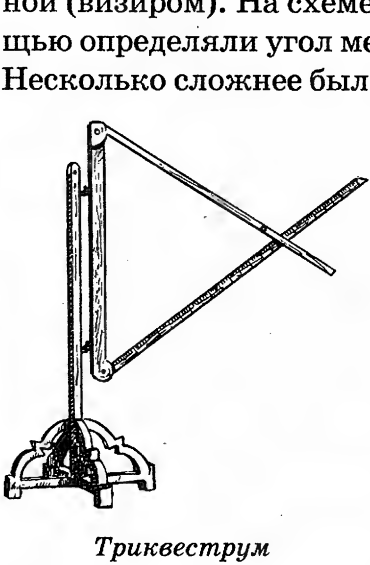
Гномон



«Жезл Иакова»

этим же данным вычисляется и угол наклона эклиптики к экватору.

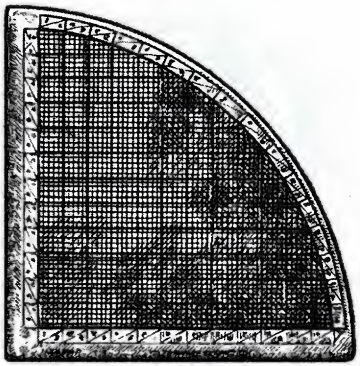
В 1325 году Леви бен Герсон изобрел **«жезл Иакова»** — линейку с подвижной перекладиной (визиром). На схеме видно, как с его помощью определяли угол между двумя светилами. Несколько сложнее был инструмент под названием **триквеструм.** Он состоял из стойки и двух реек. Верхняя рейка, на которой были укреплены два визира, направлялась на светило. Нижняя рейка имела специально градуированную шкалу, по которой определялось угловое расстояние от



Триквеструм

светила до горизонта или зенита.

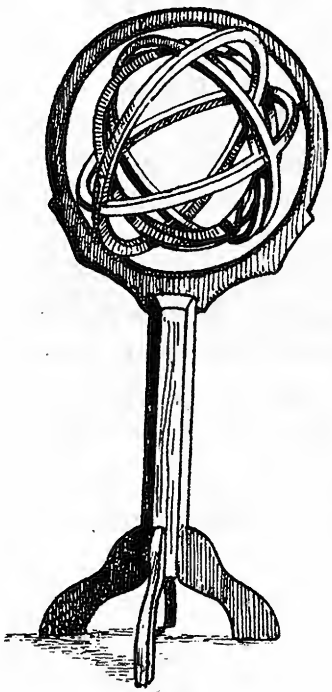
Гораздо более точные измерения углов получали, используя прибор, состоящий из градуированной дуги окружности и подвижной линейки вроде стрелки часов. Название такого инструмента зависело от величины дуги. Четвертая часть окружности — **квадрант**, шестая — **секстант**, восьмая — **октант**.



Астрономический квадрант (1333—1334)

Моряки еще совсем недавно определяли свое местоположение по звездам, пользуясь астролябией. **Астролябия** — это модель небесного меридиана, то есть металлический круг, разделенный на градусы. Астролябия подвешивалась за кольцо, а подвижная линейка, называемая алидадой, направлялась на светило, высота которого и определялась по градуированному

Арабская вращательная астролябия



Армиллярная сфера

кругу. По высоте светила над горизонтом и точному времени суток определялась географическая широта.

Еще более сложным и точным инструментом была **армиллярная сфера**, или просто **армилла**, изобретенная еще Птолемеем. Она служила моделью небесной сферы с полюсами, осью мира, истинным горизонтом, небесным экватором и меридианом. Добавлялись и другие детали. Каждая армилла могла вращаться относительно оси мира, у некоторых был и подвижный меридиан. Наклон оси мира к горизонту устанавливался в соответствии с широтой местности.

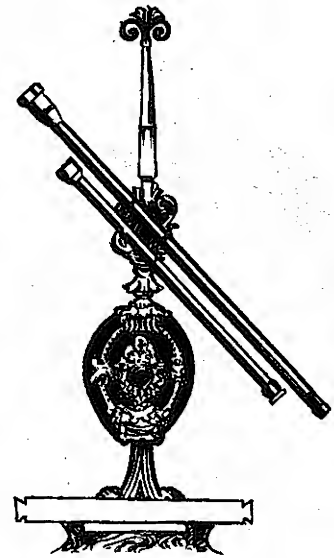
При наблюдении армиллу устанавливали по отвесу таким образом, чтобы ее меридиан лежал в плоскости небесного меридиана. Армиллярные сферы позволяли достаточно точно измерять все координаты светил. Действительно, очень наглядное пособие. Оно, кстати, до сих пор используется на лекциях и практических занятиях по астрономии.

ТЕЛЕСКОПЫ: 500 ЛЕТ ИСТОРИИ

Современному человеку трудно представить астрономию без телескопа. А ведь появились телескопы совсем недавно, каких-то 400 лет назад. Это очень маленький срок в сравнении с историей астрономии.

Прежде чем появился телескоп, человек изобрел **линзы** и очки. **Линза** — это специальное стекло, назначение которого — собирать или рассеивать лучи света. Выпуклые линзы — собирающие, а вогнутые — рассеивающие. Идею двояковыпуклых линз подсказала сама природа. Некий любопытный человек заметил, что через прозрачную каплю воды он видит предметы или увеличенными, или уменьшенными и перевернутыми. Такой же эффект дает и круглая стеклянная банка с водой. Некоторые натуралисты древности рассматривали мелкие предметы через такую своеобразную лупу — каплю воды, помещенную в маленькую круглую оправу.

Телескоп — это комбинация линз, при которой изображение удаленного объекта приближается во много раз. Это достигается разными способами. Леонардо да Винчи, который в числе прочего занимался и оптикой, оставил в рабочих тетрадях такую запись: *«Сделай очковые стекла для глаз, чтобы увидеть Луну большой»*. Там же обнаружен и набросок схемы телескопа. Но первые опубликованные сведения о телескопах связаны с именем **Галилео Гали-**



Телескоп Галилео Галилея

лея. На рисунке — схематическое изображение телескопа Галилея. В противоположных концах трубы установлены две линзы. Линза, обращенная к объекту наблюдения — это **объектив,** а линза, обращенная к глазу (оку) — **окуляр.** В телескопе Галилея объективом служит двояковыпуклая линза, а окуляром — двояковогнутая. Точно так же устроена и каждая половина театрального бинокля. Можно даже сказать, что театральный бинокль — это два маленьких телескопа Галилея.

Иоганн Кеплер тоже размышлял над устройством оптического прибора. Он не успел его изготовить, но сохранился чертеж. Телескоп

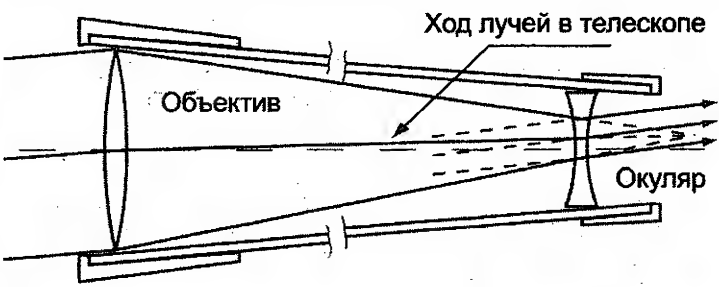
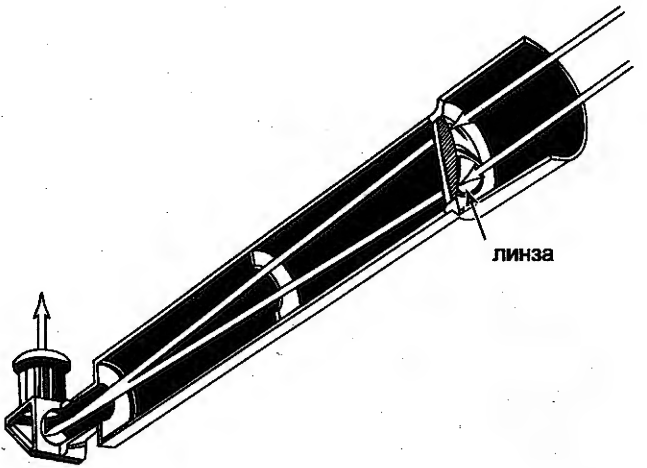


Схема телескопа Г. Галилея



Рефрактор

Кеплера отличается от Галилеева тем, что у него окуляр — тоже выпуклая линза. Конечно, изображение объекта при этом перевернутое, но зато больше поле зрения и объект по всему полю виден одинаково четко. Первый такой телескоп построил в 1613 году немецкий астроном **Христофор Шейнер**, а к 1640 году «кеплерова труба» вытеснила все прежние системы телескопов. Телескоп с объективом из линзы называется **рефрактором**. Известны рефракторы с объективом до 1 метра. Если же объективом телескопа служит не линза, а вогнутое зер-

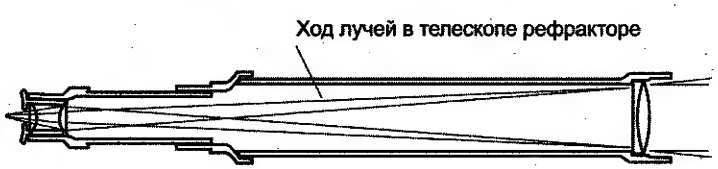
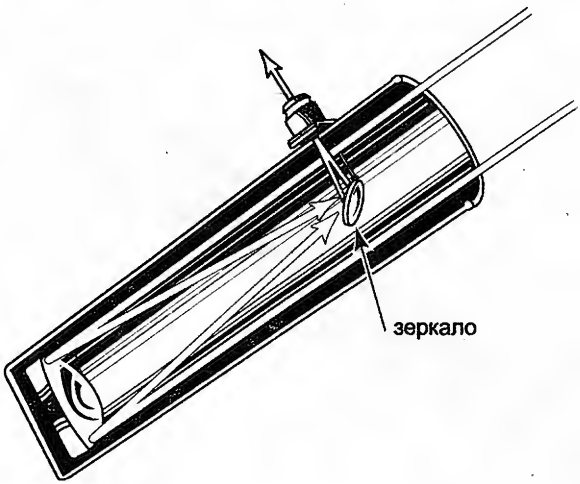


Схема телескопа рефрактора



Рефлектор Ньютона

кало, такой телескоп называется **рефлектором.** Первый такой телескоп был построен **И. Ньютоном.** Один из самых больших рефлекторов (диаметр зеркала 6 метров) установлен в Зеленчукской обсерватории (Россия). Третий тип оптического телескопа — **менисковый.** Его изобрел советский оптик **Д. Д. Максутов.** В этом телескопе применена комбинация зер-

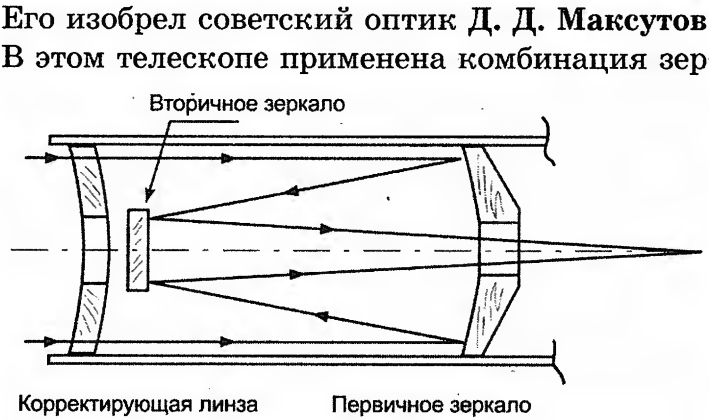
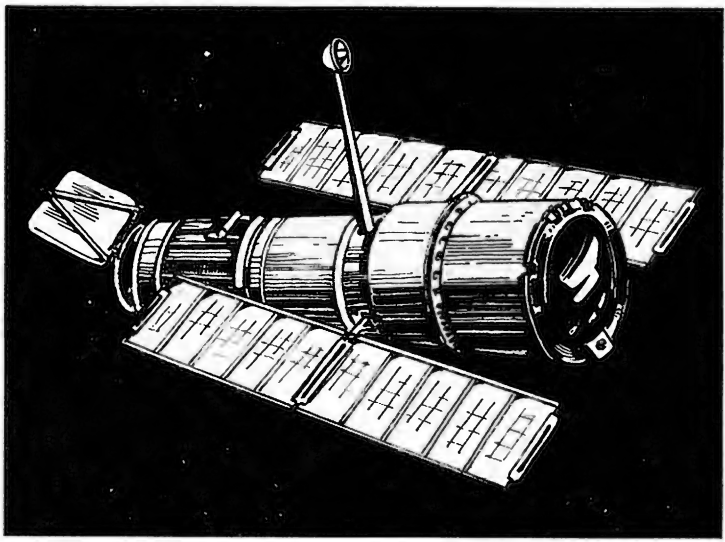


Схема менискового телескопа Д. Д. Максутова

кала с **мениском**, то есть выпукло-вогнутым стеклом. Телескопы Максутова просты и удобны, небольших размеров, ими оснащают университетские и даже школьные обсерватории.

Как бы ни были хороши новейшие телескопы, какой бы отличной ни была оптика, есть у астрономии вечная помеха — земная **атмосфера**. И не столько даже сама атмосфера, сколько ее потоки и волнения. Избежать их невозможно — всегда есть разница температур воздуха: внутри и снаружи обсерватории, в разных слоях атмосферы. Поэтому рассматривать, например, Луну можно только с увеличением не более чем в 300 раз. Больше увеличение — заметнее действие атмосферных помех. А ведь такие телескопы, как, например, 5-метровый **рефлектор**, могли бы давать увеличение до 20 000 раз и более. Но — приходится ограничиваться сотыми долями их возможностей. Атмосфера не позволяет!

И лишь появление космических аппаратов позволило астрономии решить эту важнейшую задачу — исключить влияние атмосферы. Вот уже несколько лет на околоземной орбите работает **космический телескоп «Хаббл»**. Телескоп, вынесенный далеко за пределы земной атмосферы, уже можно использовать «на всю катушку» — давать любое увеличение. Отсутствие на орбите атмосферы позволяет заглянуть в такие дали Вселенной, о каких еще недавно и помыслить было невозможно. «Хаббл» передает на Землю фотографии самых далеких



Телескоп «Хаббл»

и неизученных объектов — галактических туманностей, «черных дыр», пульсаров...

Кроме изображения небесных тел, астрономия исследует излучаемые или отражаемые ими **радиоволны.** Для этого используются **радиотелескопы.** Радиотелескоп представляет

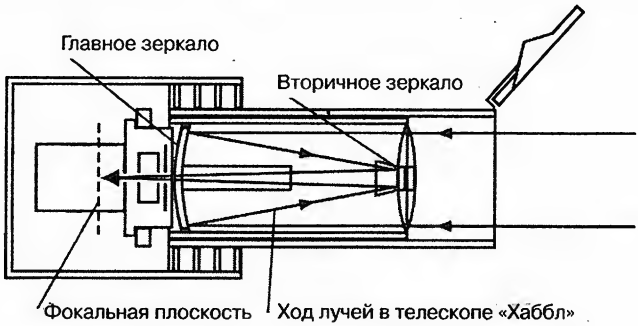
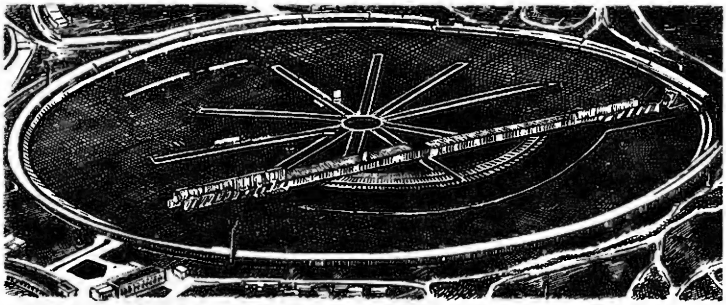


Схема телескопа «Хаббл»



Радиотелескоп РАТАН-600

собой **антенну** с радиоприемной аппаратурой. Антенны делаются в виде вогнутых металлических зеркал или каркасов различной формы, обтянутых металлической сеткой. Чтобы радиотелескопы хорошо работали, нужны антенны огромных размеров — диаметром до 100 метров и более.

Радиотелескоп может работать и как радиолокатор, то есть посылать радиосигналы к планете и получать отраженные волны. Большая антенна радиотелескопа может состоять из множества малых антенн, как, например, отечественный телескоп **РАТАН-600**, составленный из 895 металлических зеркал.

КОСМОС И ФОТОГРАФИЯ

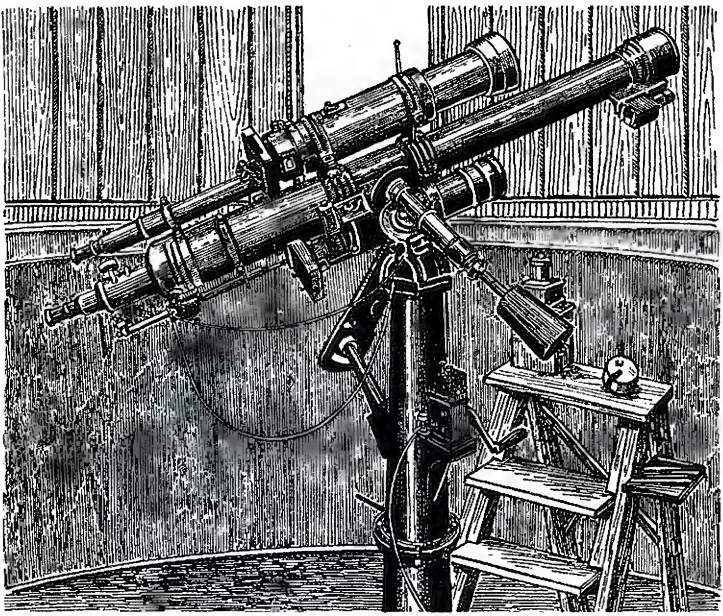
Слово **«фотография»** переводится на русский язык как «светопись». А свет — явление космическое. Как только были созданы первые фотоаппараты, астрономы начали делать

снимки небесных тел. И уже в конце XIX века существовала область науки **астрофотография**, для нужд которой были разработаны специальные фотопластинки высокой чувствительности. Сегодня фотография фиксирует объекты, о существовании которых астрономы даже и не подозревали.

Вот прочертил небо стремительный метеор. Человек не успел и глазом моргнуть — а его уже и «след простыл». Но на фотопластинке метеорный след оставил всю трассу полета небесного «гостя». Благодаря астрофотографии удается открывать новые астероиды, кометы, неизвестные ранее звезды. На снимках четко видны все изменения блеска звезд, их перемещения по небу.

В наше время астрономы чаще смотрят не в окуляр телескопа, а на фотографии неба. А в небо вместо человека всматривается **фотокамера**. Время от времени щелкает автоматический затвор: небесное мгновение запечатлено. Телескопы, специально приспособленные для фотографирования, называются **астрографами**. Такой телескоп связан с часовым механизмом и постоянно находится в движении, отслеживая суточное вращение Земли или, как говорят астрономы, суточное вращение неба. Это вращение телескопа производится вокруг оси, направленной на полюс мира.

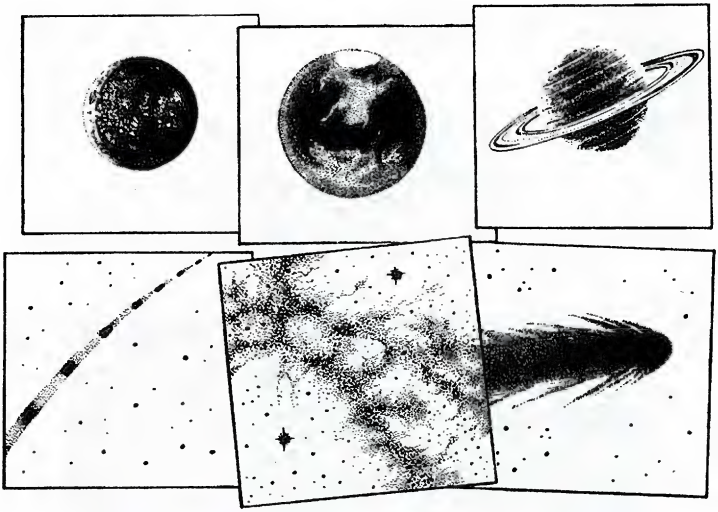
Запечатленная на фотопластинке картина участка неба дает возможность астроному работать с ней, когда ему удобно. Необходимые из-



Астрограф

мерения положения и размеров светил, если делать их на пластинке с помощью специальных приборов, дают намного более высокую точность, чем измерения на небесной сфере. Астрономическая фотография отличается от обычной тем, что не надо делать отпечатки-позитивы. Пользоваться негативами даже удобнее, потому что на них черное ночное небо выглядит белым фоном, а звезды и планеты на нем — черными точками и кружками. Если, конечно, речь не идет о цветовых характеристиках объектов.

Фотографии неба хранятся в обсерваториях как величайшие ценности. Из стеклянных фотопластинок составляются целые библиотеки.

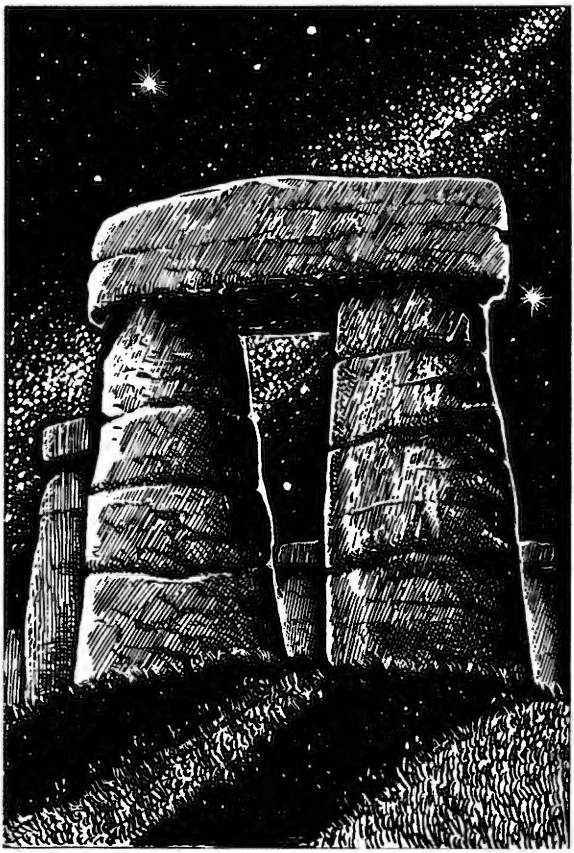


Негативы фотографий Луны, Марса, Сатурна, метеорита, звездной туманности, кометы

Каждый снимок — важный исторический документ. Исторический, потому что на нем запечатлен миг небесной истории. Сравнивая снимки, полученные в разное время, астрономы пишут историю земного неба.

А уж о роли фотографии в исследовании космического пространства с помощью автоматических межпланетных станций и говорить не приходится.

АСТРОНОМИЯ НАЧИНАЕТСЯ С ЗЕМЛИ



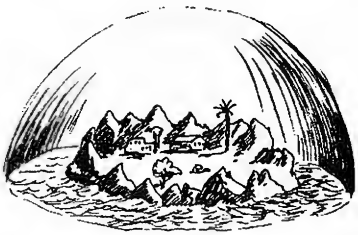
ЗЕМЛЯ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДРЕВНИХ

Еще в глубокой древности люди чувствовали свою связь с землей и зависимость от нее. Земля давала все — и кров, и пищу. И человек воспринимал землю как сильное и доброе начало.

Землю обожествляли. Ее называли матерью и кормилицей. На Руси она почиталась как Мать Сыра Земля. Древние греки поклонялись богине Земли по имени **Гея**. От этого имени, обозначающего, кстати, и саму Землю как мать и кормилицу богов и людей, пошли названия всех наук, связанных с Землей: геометрия, география, геология, геодезия, геофизика, геохимия...

Но все в мире изменяется — таков незыблемый закон природы. Изменились и люди. И, конечно, изменились представления людей о мире, в котором они живут. Вот, например, как менялись представления людей о Земле.

Самая древняя из земных цивилизаций — шумерская. Государство **шумеров** располагалось в Месопотамии, между реками Тигр и Евфрат, на территории современного Ирака. Там же, согласно Библии, находился и Сад Эдемский, где Бог поселил первых людей — Адама и Еву. В представлении шумеров Земля — это плоский круг, огороженный горами и покрытый твердым небесным куполом. Вся эта «конструкция» погружена в воды океана. Если вода прорывает в куполе отверстия, на Землю об-



Модель мира древних шумеров

рушиваются ливни. В противоположных сторонах гор есть двери, через которые Солнце входит утром и выходит вечером. Вавилоняне, сменившие шумеров на земле Месопотамии (Междуречья), представляли Мир примерно таким же, только Землю считали не плоской, а выпуклой — в виде полушария.

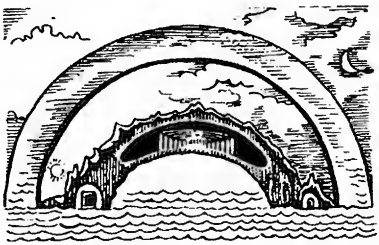
Но бытовали и более странные, просто сказочные представления о Земле и небе. Например, плоский земной круг покоится на спинах трех огромных китов, плавающих в мировом океане. Конечно, трудно вообразить себе морских гигантов такой величины, зато эта «теория» легко объясняет происхождение дождей, наводнений, землетрясений — все зависит от поведения китов.

А вот более сложная картина. Земля — это полушарие, обращенное выпуклостью кверху.

Модель мира в Древней Индии

Полушарие лежит на спинах и поддерживается хоботами трех исполинских слонов, которые в свою очередь стоят на спине-панцыре громадной черепахи. На что опирается черепаха?

Этот вопрос оставался открытым. Одни говорили, что на какое-то твердое основание, другие — на воду. Ну, а на чем вода держится? И — начинай сначала...



Такой представляли Землю в Древнем Вавилоне

Понадобилось не одно тысячелетие, чтобы эти фантастические образы уступили место картине, более близкой к действительности.

ЗЕМЛЯ ИМЕЕТ ФОРМУ ШАРА

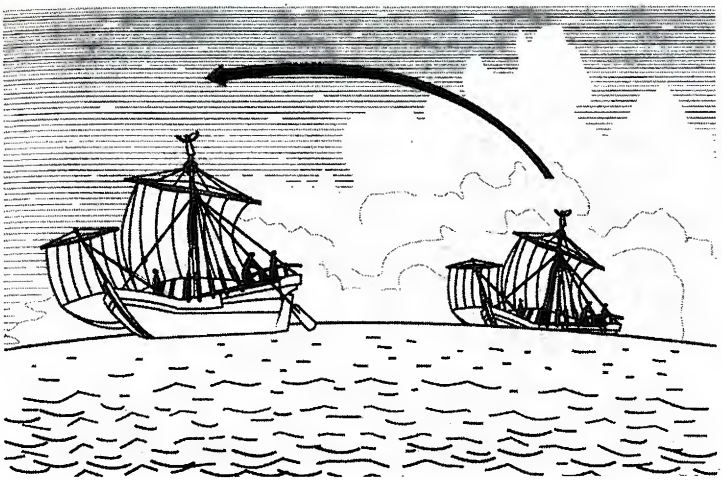
Даже если человек ничего не читал о Земле и небе, Солнце, Луне и планетах — все равно он уже знает, что Земля имеет форму шара. Но удивительно: как все-таки люди смогли определить настоящую форму Земли?

В древней Греции, в VI веке до Р.Х., жил и трудился великий ученый античности **Пифагор**. Он был математиком, физиком, врачом, юристом, тренером по борьбе, поэтом, музыкантом, но называл себя философом — в те времена это понятие вмещало множество профессий, где нужна была любовь к мудрости. Вместе со своими учениками он основал целое направление в науке, которое вошло в историю как **пифагорейство**. Пифагор учил, что все в мире подчиняется законам **гармонии** чисел и музыки. Самой

Аристотель (384—322 гг. до Р.Х.)

совершенной геометрической формой Пифагор считал сферу, или шар. Полагая Солнце, Луну и планеты совершенными, он такой же видел и Землю. Таким образом, исходя только из рассуждений о мировой гармонии и красоте, пифагорейцы еще 2600 лет назад утверждали: Земля имеет форму шара.

Любые мысленные построения и числовые расчеты проверяются опытом, или экспериментом. В IV веке до Р.Х. великий ученый Древней Греции македонянин **Аристотель** из города Стагиры привел целый ряд убедительных доказательств шарообразности Земли. Во-первых, он сослался на свидетельства моряков и рыбаков. Они давно заметили, что корабль появляется из-за горизонта постепенно: сначала видны мачты и паруса, а затем уже корпус судна. Это — наблюдение с берега. А наблюдатель, стоящий на палубе корабля, видит, как при подходе корабля к дальнему берегу сначала встают из моря вершины гор, затем башни маяков и сторожевые вышки, и только по мере приближения моряки видят берег с людьми и морскими судами, стоящими у причалов.



Другой аргумент Аристотеля был особенно веским для людей, взоры которых привлекало звездное небо. Кто путешествовал, тот знает, что чем дальше к югу, тем больше открывается на ночном небе новых созвездий, а знакомые звездные фигуры постепенно склоняются к северу и уходят за горизонт. То же самое, только в обратном порядке, наблюдается при путешествии к северу.

И наконец, тоже «с неба» взял Аристотель третий довод в пользу того, что Земля имеет

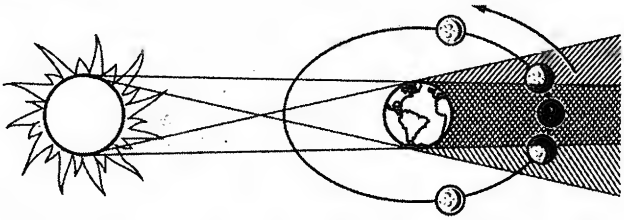


Схема лунного затмения

форму шара. Он говорил, что «в противоположном случае во время лунных затмений мы не видели бы на Луне такого четкого круглого сегмента... А поскольку лунное затмение образуется земной тенью, то и Земля должна иметь вид шара». Конечно, такое доказательство могли принять только те современники Аристотеля, которые наблюдали лунные затмения и понимали, отчего они происходят.

ОНИ РЕШИЛИСЬ ИЗМЕРИТЬ ЗЕМЛЮ

Если известна форма Земли, то почему бы не определить и ее размеры? Возможно, что этим занимался еще Пифагор, возвестивший античному миру о сферической форме Земли. Во всяком случае, Аристотелю уже была известна длина большой окружности, опоясывающей нашу планету, — 400 тысяч стадий, или 63 тысячи километров. Правда, эта величина в полтора раза больше действительной, но для тех времен такая ошибка допустима. Тем более, что уже вскоре земной шар был измерен гораздо точнее.

Это удалось сделать **Эратосфену** из Александрии, жившему в III в. до Р.Х. Александрия была тогда центром греческой науки и культуры в Египте. Этот город находится на одном меридиане с Сиеной (нынешний Асуан), отстоящей на 5000 египетских стадий (800 километров) к югу. Эратосфен обнаружил, что в

Сиене в полдень самого длинного летнего дня Солнце освещает дно самых глубоких колодцев. Это значит, что солнечные лучи в этот час падают на Землю вертикально, то есть Солнце стоит в зените — высшей точке небосвода. В этот момент вертикально стоящие предметы не отбрасывают тени на поверхность Земли. А в Александрии в это же время Солнце отстоит от зенита на 7 градусов 12 минут, и на этот же угол отклоняется тень.

Но если известны **зенитное расстояние** в градусах и **дистанция** (земное расстояние) между Александрией и Сиеной в стадиях, то, составив пропорцию, нетрудно подсчитать, сколько же стадий вместит полная окруж-

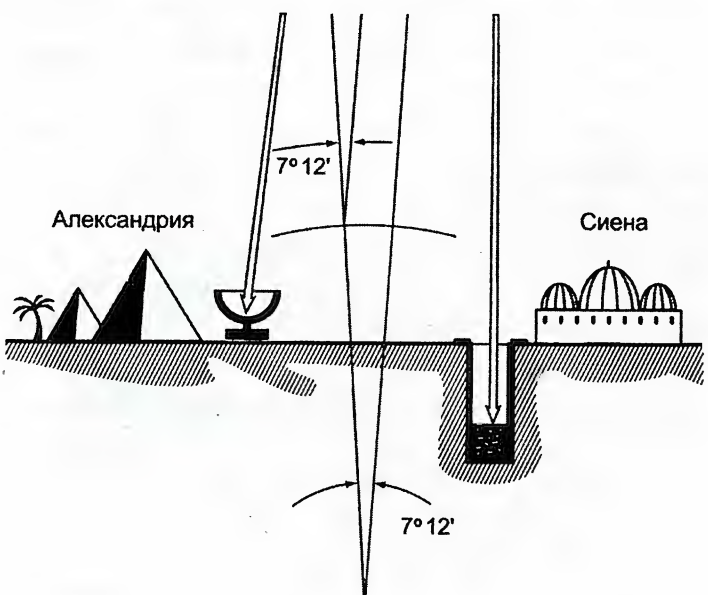


Схема измерений размеров Земли Эратосфеном

ность (360 градусов). Эратосфен получил величину окружности земного **меридиана** равной 250 тысяч стадий, или 39500 километров. А поскольку, как известно, длина окружности $S = 2\pi R$, то **радиус** Земли $R = 6290$ км. По современным данным длина окружности Земли равна 40 000 км, а радиус — 6378 км. Так что Эратосфен, живший за 2300 лет до начала космической эры, не имея точных измерительных приборов, определил размеры Земли с ошибкой чуть больше 1 процента. Это был настоящий научный подвиг!

Кстати, об измерительных приборах. Для измерения зенитного расстояния Солнца Эратосфен использовал в качестве угломерного прибора солнечные часы — **скафис**. Основу прибора составляла чаша в форме полусфе-

Эратосфен

ры, в центре которой установлен заостренный стержень. На внутренней поверхности чаши нанесены деления в виде горизонтальных окружностей. Отклонение тени в полдень самого долгого дня давало величину зенитного расстояния Солнца, а время определялось по отклонениям тени от направления «север — юг».

ТЯГА ЗЕМНАЯ И СИЛЫ НЕБЕСНЫЕ

Есть известная легенда о том, как великий английский ученый сэр **Исаак Ньютон** сидел в саду под яблоней и размышлял о том, почему любой предмет, куда бы его ни бросили — вверх, вниз или в сторону, все равно падает вниз, в сторону поверхности Земли. В это время спелое яблоко, упав с ветки, чувствительно стукнуло Ньютона по голове. И тогда ученого осенило: на все тела действует сила тяготения! Земля притягивает все предметы, которые находятся в пределах действия ее силы. И чем больше **масса** тела, тем больше **сила тяготения.**

Позже Ньютон доказал, что силы тяготения действуют везде во Вселенной. Но для нас, землян, важнее всего именно земное тяготение. В науке эта сила называется **гравитацией** — от латинского слова *gravis* — «тяжелый». Все тела притягиваются друг к другу тем сильнее, чем больше их массы и чем меньше расстояние между ними. А поскольку любая планета со-

стоит из множества тел и частиц (камней, песчинок, капель жидкости, ледяных кристаллов и т. д.), все эти части стремятся устроиться поближе друг к другу. Поэтому и Земля, и планеты, и звезды стремятся принять самую экономичную геометрическую форму — сферическую, или шарообразную. Частицы газов также подчиняются закону всемирного тяготения. Поэтому атмосфера имеется только у планет с достаточно большой массой и силой тяготения.

Земля видится гладким шаром разве что наблюдателям из космоса. А землянам хорошо видно, что это очень неровный шар — весь во вмятинах и острых выступах, шероховатый и колючий. Ведь на поверхности Земли есть скалистые горы и холмистые равнины, ущелья и океанские глубины. Но глубокие обширные впадины заполнены водой, а горы не могут быть выше 9 км — гравитация не позволяет. Будь у нашей планеты небольшая сила тяжести, как на Марсе или Луне, высота горных вершин достигала бы 20—30 километров. А планеты, состоящие только из жидких веществ, имеют действительно гладкую поверхность, возмущаемую только волнами и смерчами.

Интересно, что о силе гравитации люди задумывались еще в самые давние времена. В древнегреческой мифологии предшественниками богов Олимпа были дети Урана-Неба и Геи-Земли — **титаны,** шестеро сыновей и шестеро дочерей. А кроме них, Земля породила шестерых гигантов — трех одноглазых **цикло-**

пов и трех **гекатонхейров** — сторуких чудовищ с пятьюдесятью головами. Титаны ведали надземными стихиями, а гиганты были заключены в недра Земли — они олицетворяли подземные силы. В древнерусской мифологии присутствуют свои титаны. Известна былина о могучем старом богатыре по имени **Святогор.** Он был так огромен и тяжел, что его даже земля не выдерживала. Богатырь был так уверен в своей силе, что захотел даже Землю поднять. Для этого ему пришлось ухватиться за суму переметную, в которой и была заключена тяга земная. Силен был Святогор, но все-таки не смог одолеть тягу земную: на какую высоту поднимал он суму переметную, на такую же глубину сам в землю погружался... Не выдержав соревнования с земной тягой, гигант погиб, успев передать часть своей силы **Илье Муромцу.** Но Илья уже не посягал на закон всемирного тяготения.

ГДЕ ВЕРХ И НИЗ У ЗЕМНОГО ШАРА?

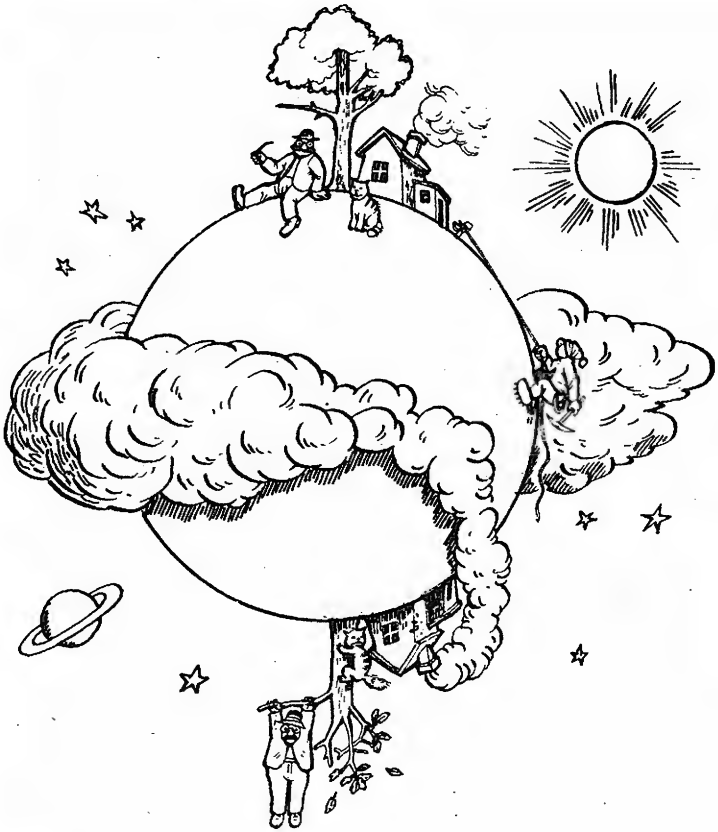
Когда вы впервые узнаете о том, что Земля имеет форму шара, и стараетесь осмыслить эту информацию, то у вас может возникнуть вопрос: «А почему люди на нижней стороне Земли не падают... на небо?» Это вполне нормальная реакция ребенка. А ведь бывало в старину, что иной взрослый человек, как, например, римский писатель Лактанций, всерьез возму-

щался: *«Неужели найдется какой-нибудь взбалмошный мечтатель, который вообразит, что есть люди, ходящие вниз головой и вверх ногами?.. Что травы и деревья там растут, опускаясь вниз, и что дождь и град там падают снизу вверх?»*

Для правильного понимания мироустройства необходимо усвоить, что в космосе нет понятий «верх» и «низ», «вверху» и «внизу». Эти представления существуют только в сознании человека, имеющего под ногами опору (асфальт дороги, пол в доме или космической станции, стремена или палубу корабля). А где верх и низ для космонавта, который вышел в открытый космос? Над головой звезды — и под ногами звезды...

Посмотрите на муху, ползающую по глобусу. Она совершенно одинаково ведет себя и на Северном полюсе, и на Южном, и на экваторе. Сразу становится ясно, что низ для нее там, где кончики ног касаются глобуса, а верх — с противоположной стороны. Конечно, человек не муха, и держит его на Земле другая сила, нежели муху на глобусе. Но этот пример помогает понять, что для полярников, работающих и на Северном, и на Южном полюсах, верх — это небо, а низ — опора под ногами, неважно, снег это, лед или пол. **Низ** — это направление к центру Земли, а **верх** — обратное направление, к небу и звездам.

Точно так же и в космосе. У планет и звезд нет верха и низа, как нет их у комет, астероид-



Антиподы

дов, метеоритов и туманностей. Но поскольку человек изучает мир вокруг себя, ему удобно сравнивать все со своей родной планетой. И где бы человек ни появился, везде он пользуется своими инструментами и системами измерений, присваивает свои названия и, конечно, использует привычные понятия «верх» и «низ», «север» и «юг»...

Когда-то даже существовало географическое понятие **«антиподы»**. Так называются люди, живущие на противоположных сторонах земного шара. Но с развитием географических и астрономических знаний это слово постепенно приобрело другой смысл. Сейчас антиподами чаще называют людей, противоположных по характеру, нравственности, образу жизни. Географический термин превратился в морально-психологический.

МИР ПО ПИФАГОРУ

Со времен **Пифагора** (580–500 гг. до Р.Х.) учеными античного мира было признано, что Земля имеет форму шара. Но как известно, решение одной задачи ставит перед людьми несколько новых нерешенных задач. Так и здесь. Допустим, что Земля — шар. Тогда непонятно, на чем этот шар держится, стоит ли он на месте или движется в пространстве? И если движется, то куда и каким образом?

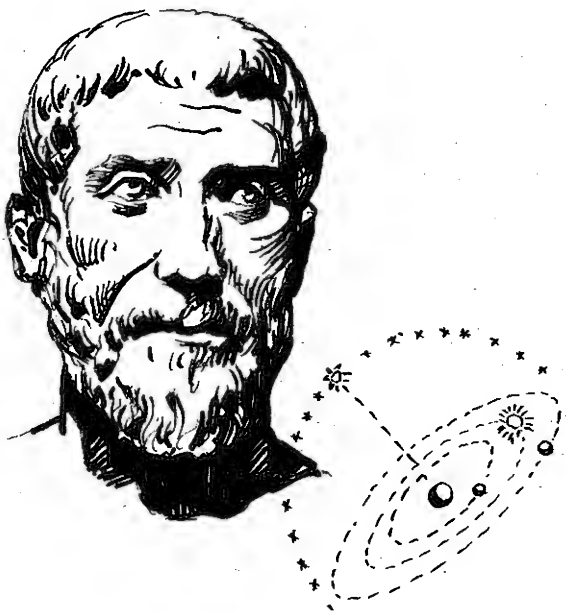
Именно в научной школе Пифагора (так принято называть союз ученых-единомышленников) родилось понятие **«космос»**. Сподвижники Пифагора, пифагорейцы, исходили из того, что в природе возможны два состояния — **порядок** и **беспорядок**. Беспорядочное состояние назвали словом **хаос**. В отличие от хаоса упорядоченное состояние получило название **космос**, что означает одновременно

«порядок» и **«красота»**. Со времен Пифагора слово «космос» стало синонимом таких понятий, как **«мир»** или **«Вселенная»**.

Шар из слоновой кости

Тем, кто бывал в музее культур народов Востока, приходилось видеть старинные изделия из слоновой кости — произведения искусства китайских и японских мастеров. Особое внимание привлекает многослойный шар с несколькими отверстиями. Через эти отверстия видно, что внутри наружного шара находится меньший пустотелый шар, который может свободно вращаться в любом направлении. Внутри этого шара — снова шар, еще меньший, и так далее. Изготовлением подобных шаров увлекался и Петр I, «царь-мастеровой». Некоторые из таких дорогих игрушек состояли из 10 и более концентрических шаров. Есть предположение, что эти шары должны были изображать строение Вселенной.

Именно так, в частности, устроена наша Вселенная по представлениям пифагорейской школы. В самом центре Вселенной — неподвижная Земля. Земля, по мнению Пифагора, висит во Вселенной без всякой поддержки. Во-



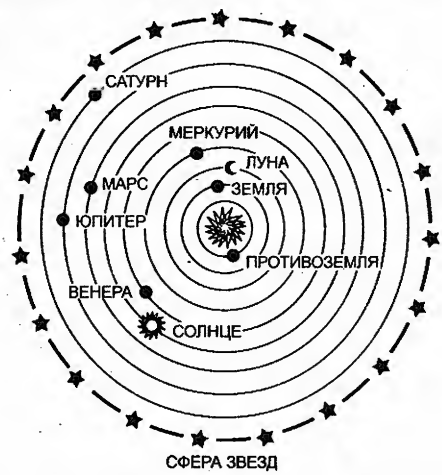
Система мира по Пифагору

круг Земли вращаются, одна внутри другой, девять сфер. Это сферы Луны, Солнца и пяти планет — Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна. Дальше всех расположена **звездная сфера**. Это была очень красивая картина Мира и Порядка — одним словом, Космос.

Как известно, Пифагор во всех своих теоретических построениях исходил из того, что Миром правит **Всеобщая Гармония**. Это значит, что все в природе упорядочено, взаимосвязано и соразмерно, все можно выразить словом, звуком и числом. Отсюда следовало, что при вращении этих сфер звучит музыка, а расстояния между планетными сферами выра-

жены числами, которые соответствуют музыкальным интервалам в 1 тон, $^1/_2$ тона, $^3/_2$ тона... Интервалу в 1 тон соответствовало расстояние в 1 стадий, или 185 метров. Сейчас можно, конечно, иронизировать над **«музыкой сфер»** и теорией, по которой Луна от Земли не дальше, чем Нью-Йорк от Москвы. Но при этом надо помнить, что жили эти люди более 2500 лет назад.

Интересно, что один из учеников Пифагора, **Филолай**, тогда еще предложил свой вариант строения Мира, отличающийся от гипотезы учителя. Он утверждал, что в центре всех сфер находится не Земля, а некий **центральный огонь**, который дает свет и тепло всем другим небесным телам. Земля, как и все планеты, вращается со своей сферой вокруг этого огня. К известным тогда планетам Филолай до-



Такой видел модель мира последователь Пифагора

бавил еще и **«противоземлю»**, которая находилась на своей сфере ближе всех к центральному огню, но всегда напротив Земли и поэтому не видна. Солнце тоже вращается вокруг огня, но в отличие от планет своей гладкой блестящей поверхностью отражает его свет, передавая планетам. Система Филолая не нашла признания ученых коллег. А ведь он был ближе к истине, несмотря даже на этот странный «центральный огонь» вместо Солнца...

Более поздние философы усмотрели в картине Пифагора кое-какие странности. Их смутило наблюдаемое поведение планет. В отличие от Солнца и Луны планеты чертили по небесной сфере какие-то петлеобразные фигуры. Создавалось впечатление, что планеты движутся не кругами, как им положено по мысли Пифагора, а как-то иначе. Надо было продолжать поиск истинной картины, полностью соответствующей гармонии мироздания.

МЫСЛИТЕЛИ ЭЛЛАДЫ — ОБ ОСНОВАХ МИРОЗДАНИЯ

Пифагор и его последователи интересовались устройством мира больших небесных тел — звезд и планет. Но были в древности и такие ученые, которые пытались проникнуть в самые основы мироздания — узнать, из чего состоят звезды, планеты, Земля, Солнце, вода, металлы и минералы, все природные и рукотворные

вещи. Нам, современникам ядерных боеголовок и атомных электростанций, может показаться странным, что за две с половиной тысячи лет до исследований Н. Бора и Э. Ферми, Я. Б. Зельдовича и А. Д. Сахарова находились ученые, утверждавшие: мир состоит из **атомов!** Потомки их так и назвали — **атомистами.**

Это были **Анаксагор** (500—428 гг. до Р.Х.) и **Демокрит** (460—370 гг. до Р.Х.). Анаксагор утверждал, что все сущее на Земле и за ее пределами состоит из мельчайших частиц. Эти частички (Анаксагор называл их словом **«гомеомерии»**) бесчисленны и разнообразны, они существуют вечно и не превращаются одна в другую. Первичный мир состоял из этих гомеомерий, находящихся в состоянии беспорядочного, хаотического движения. Но постепенно в хаосе возникло Разумное Начало, и Разум перевел **хаотическое движение в вихревое.** Вихрь стал первым упорядоченным движением частиц. Из него возник весь существующий мир, и вихревое движение продолжает удерживать в нем порядок.

Эволюция мира по Анаксагору

Согласно учению Анаксагора, все небесные светила вместе с Солнцем и Луной — не что иное, как просто громадные камни, которые когда-то оторвались от Земли и теперь из-за быстрого движения находятся в раскаленном состоянии. Более мелкие камни — метеориты — это обломки Солнца. В то же время Луна очень похожа на Землю — она покрыта морями, горами и долинами, и на ней обитают существа, подобные людям. За такие теории, подрывающие основы господствующих религиозных представлений, Анаксагор едва не поплатился жизнью. Но из Афин его все-таки изгнали. В каждую годовщину смерти Анаксагора, согласно его завещанию, школьников освобождали от занятий...

Демокрит дал мельчайшим частицам свое название — **атомы**. Он считал, что они невидимы, неделимы, бесчисленны, материальны и бесконечно разнообразны. В мире нет ничего, кроме атомов и пустоты. Все видимое состоит из атомов: Солнце, планеты, Земля и все земное, в том числе люди. Вселенная состоит из бесконечного множества самых разнообразных миров, похожих и непохожих на наш мир. Все они находятся в разных возрастах и стадиях развития — рождаются, расцветают, стареют и погибают.

Демокриту, несмотря на физическую слепоту (он сам ослепил себя, чтобы видимый мир не отвлекал от размышлений), принадлежат величайшие прозрения. Он говорил, что Соли-

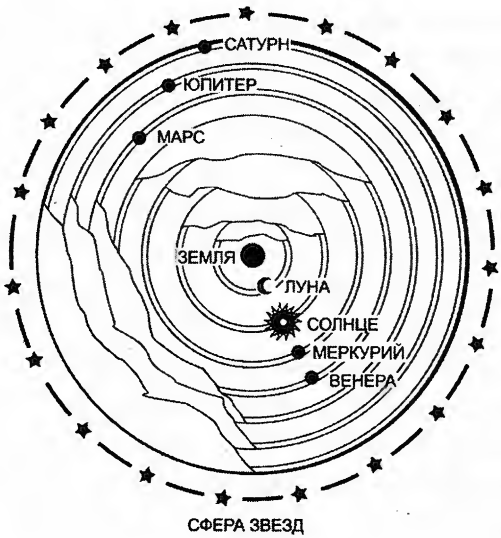
це многократно больше Земли, Луна светит его отраженным светом, а Млечный Путь — скопление огромной массы далеких звезд.

МИР ПО ПЛАТОНУ И АРИСТОТЕЛЮ

Предложенная Пифагором модель мироздания в виде планетных сфер, вращающихся вокруг неподвижной Земли, оказалась привлекательной для многих мыслителей античного мира. Особое место среди них занимают **Платон** (427—347 гг. до Р.Х.) и его ученик **Аристотель** (384—322 гг. до Р.Х.).

Платон, философ широчайшего диапазона, основал вблизи Афин, в местечке Академ, собрание ученых, где в спорах вырабатывались определения для всех существующих вещей. Отсюда берет начало и понятие «академия». В своем учении о мироздании Платон представлял Вселенную единой, вечной, живой и одухотворенной. Он изображал ее в виде восьми сфер, вращающихся вокруг центрального тела — Земли. Первую сферу от Земли занимала Луна, вторую — Солн-

Платон



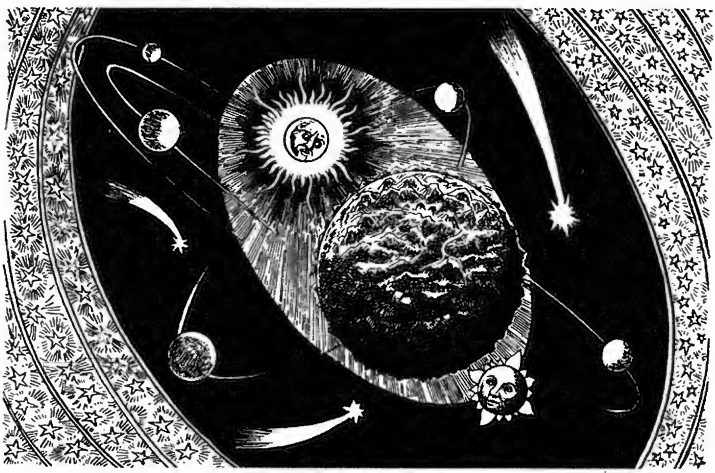
Модель мира по Платону

це, дальше располагались Гермес (Меркурий), Афродита (Венера), Арес (Марс), Зевс (Юпитер) и Кронос (Сатурн). За ними — сфера звезд. Все наименования планет по именам олимпийских богов были даны именно Платоном — в греческом варианте. Позже возобладал римский вариант, принятый и в современной астрономии.

Учение Платона развил и внес в него изменения **Аристотель**, сын врача Никомаха из македонского города Стагиры, автор множества книг, учитель и воспитатель будущего царя Александра Македонского. Аристотель считал, что все в мире состоит из четырех **стихий**, или **первоэлементов** — Земли, Воды, Воздуха и Огня. Каждое тело, каждый предмет на Зем-

ле представляет собой комбинации этих первоэлементов. С позиций современной науки можно предположить, что четыре первоэлемента были просто символами основных состояний вещества — твердого, жидкого, газообразного и плазменного.

По системе Аристотеля, в центре Мира находится неподвижная Земля. Земной шар окружен сферами из Воды, Воздуха и Огня. Далее вращаются прозрачные («хрустальные») небесные сферы, на которых неподвижно закреплены Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн. Эти сферы назывались также «небесами» — «Небо Луны», «Небо Солнца», «Небо Венеры» и т. д. За «Небом Сатурна» находится последняя сфера — «Небо неподвижных звезд». А за ним — **«Перводвигатель»**, приводящий всю мировую систему в движение.



Модель мира по Аристотелю

Чтобы объяснить странности в движении планет, которые чертили по небесной сфере петлеобразные фигуры, Аристотель усложнил картину Мира. Он предположил, что вокруг Земли, между известными планетными сферами («небесами планет»), вращается еще множество твердых прозрачных сфер. Эти дополнительные сферы не имеют своих планет, но связаны между собой и с планетными сферами. Поэтому при вращении одной сферы приходят в движение и все остальные — как, например, шестеренки в часовом механизме. Все сферы вращаются по-разному, поэтому наблюдателю из центра (с Земли) движения планет кажутся петлеобразными. Благодаря системе Аристотеля стало возможно рассчитывать движение планет и научно предсказывать их расположение на небосводе.

Создавая свою систему мироздания, Аристотель рассматривал Вселенную как некий идеальный механизм, работающий без участия олимпийских богов. Это не значит, что он отрицал их существование. Просто он не находил для них места в системе движения планет. Идея Бога у Аристотеля заключалась в другом. По его представлениям, Бог есть причина движения — «Перводвигатель».

Аристотель внес огромный вклад во все отрасли знания. Он написал 150 научных трудов. Главный из них — «Метафизика». Творчество Аристотеля — вершина не только античной философии, но и всего древнего мыш-

ления. Аристотель дал начало всем последующим философским системам. Отдельные ошибки философа были возведены его последователями в ранг абсолютной истины, что задержало развитие науки. Но это не его вина...

МИР ПО ПТОЛЕМЕЮ

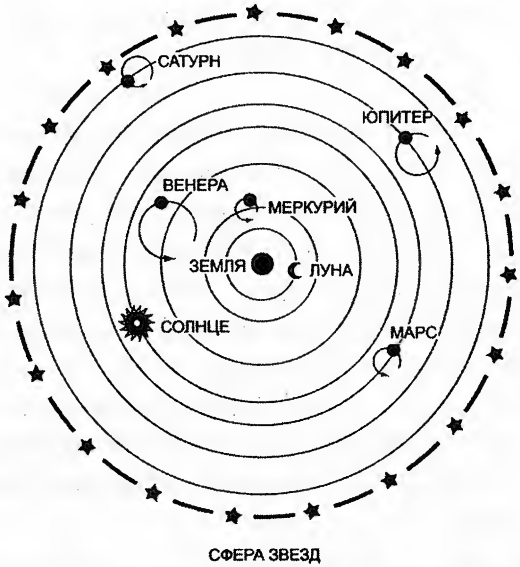
Систему Аристотеля принял за основу и усовершенствовал астроном из Александрии **Клавдий Птолемей** (90–160 гг. н. э.). **Александрия**, хотя и находилась в Египте, была в то время научным центром культуры античной Греции — Эллады. Там проходили научные симпозиумы, на которых представители разных школ и направлений спорили в поисках истины. Именно в Александрии после одной из дискуссий между философами (греческими учеными) и книжниками (еврейскими учеными) последними была переведена на греческий язык древнейшая часть Библии — Пятикнижие. В знаменитой Александрийской библиотеке мечтал поработать каждый ученый того времени.

Птолемей

Клавдий Птолемей, изучив положения Пифагора, Платона и Аристотеля, разработал свою систему мира. Как и системы предшественников, его система оставалась **геоцентрической.** Но Птолемей внес новые положения: он утверждал, что планеты не закреплены на твердых прозрачных аристотелевых сферах, а вращаются вокруг Земли по своим орбитам. Кроме того, каждая планета, совершая круговые движения относительно Земли, одновременно вращается вокруг невидимого центра на своей орбите. Если это так, то становится понятно, почему планеты описывают загадочные петли на небосводе.

Предложив свою систему движения планет, Птолемей разрушил «хрустальные планетные небеса» Аристотеля. А заодно он убрал, за ненадобностью, дополнительные аристотелевы сферы, не несущие планет. Эта система сложнее, чем у Аристотеля, но, во-первых, она выглядит уже более естественной (на взгляд грамотного человека XXI столетия). Во-вторых, расчеты по ней дают более точное описание движения планет, предсказание солнечных и лунных затмений.

Система Птолемея оказалась настолько точной, что при всей своей сложности была принята многими астрономами мира. Более того, Птолемееву картину мира приняли и признали истинной ученые богословы христианской церкви. Расчеты движения небесных тел по системе Птолемея велись учеными на



Модель мира по Птолемею

протяжении почти полутора тысяч лет. Система казалась настолько совершенной, всеобъемлющей и незыблемой, что поэты слагали о ней стихи и песни. **Данте Алигьери** обессмертил ее в «Божественной комедии», а живописец **Сандро Ботичелли** запечатлел на иллюстрации к книге Данте.

Система Птолемея описана им в его знаменитой работе «Математический трактат по астрономии в 13 книгах». Для краткости греческие ученые стали называть ее «Мегале синтаксеос» («Великое построение») и просто «Мегистэ» («Величайшее»). Позже арабские астрономы дали ей название **«Альмагест»**, под которым она переиздается до сих пор.

ПРЕДТЕЧИ КОПЕРНИКА В АНТИЧНОМ МИРЕ

Первым таким античным «Коперником» был в III веке до Р.Х. грек **Аристарх Самосский**, тот самый, что измерял размер Луны и расстояние до нее. Вычисления Аристарха показали, что Солнце в 19 раз дальше от Земли, чем Луна, и по объему оно в 343 раза больше Земли. Отсюда Аристарх сделал вывод, что не Земля, а именно Солнце как самое большое тело должно находиться в центре мира. И понадобилось еще почти 300 лет, чтобы идея гелиоцентризма (да и то в урезанном виде) посетила другого «Коперника» античной эпохи...

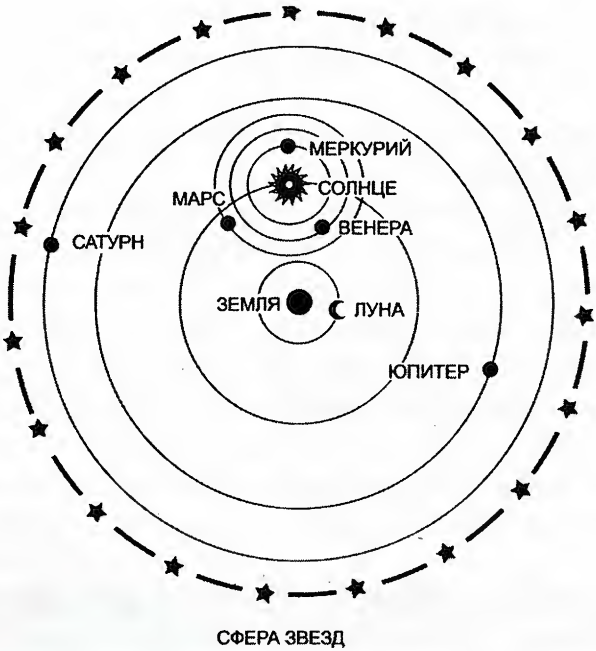
Имя великого ученого Древней Греции **Архимеда** (59 г. до Р.Х. — 17 г. от Р.Х.) знают даже те, кто больше ничего о нем не знает. Архимед оставил после себя не только знаменитый закон о теле, погруженном в воду, и анекдот о том, как он, открыв этот закон, с торжествующим криком «Эврика!» выскочил из бани, забыв завернуться в простыню. Архимед обессмертил свое имя в физике, математике, оборон-

Архимед

ной технике. Но только в 1970—1980-х годах стало известно, что он разработал свою модель мира. Оказывается, Архимед, живший за полтора века до Птолемея, в своем миропредставлении шагнул вперед на полторы тысячи лет!

Система мира по Архимеду получила название **гео-гелиоцентрической.** Напомним, что до него все системы были **геоцентрическими.** Отличие модели Архимеда состоит в том, что согласно ей планеты Меркурий, Венера и Марс вращаются вокруг Солнца. А Солнце вместе со своим окружением, в свою очередь, вращается вокруг Земли. Вокруг Земли вращаются также Юпитер и Сатурн. Модель Архимеда отличается еще и тем, что расстояния от Солнца до Меркурия, Венеры и Марса, выраженные в расстояниях от Земли до Солнца, практически совпадают с современными значениями. Другое дело, что само расстояние от Земли до Солнца у Архимеда много меньше истинного. Но ведь до появления первых телескопов оставалось еще полторы тысячи лет!..

Однако Архимед не только предложил свою теоретическую модель мира. Он изготовил эту модель в металле и сделал ее части подвижными. Механический планетарий стал сенсацией века. Вот впечатление очевидца, современника Архимеда: «*...Такая сфера, на которой были бы представлены движения Солнца, Луны и пяти звезд, называемых странствующими и блуждающими (т. е. планет .*— Авт.*), не могла быть создана в виде*



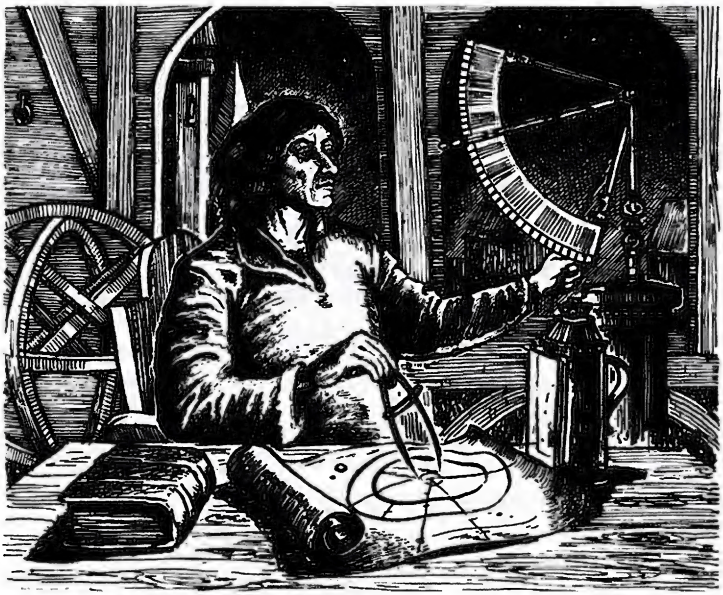
Модель мира по Архимеду

сплошного тела; изобретение Архимеда изумительно именно тем, что он придумал, каким образом при несходных движениях, во время одного оборота сохранить неодинаковые и различные пути. Когда Галл приводил эту сферу в движение, происходило так, что на этом шаре из бронзы Луна сменяла Солнце в течение стольких же оборотов, во сколько дней она сменяла его на самом небе, вследствие чего и на небе сферы происходило такое же затмение Солнца, и Луна вступала в ту же межу, где была тень Земли...» (Цицерон, «Диалоги»).

«ПУСТЬ НЕ ВХОДИТ НИКТО, НЕ ЗНАЮЩИЙ ГЕОМЕТРИИ»

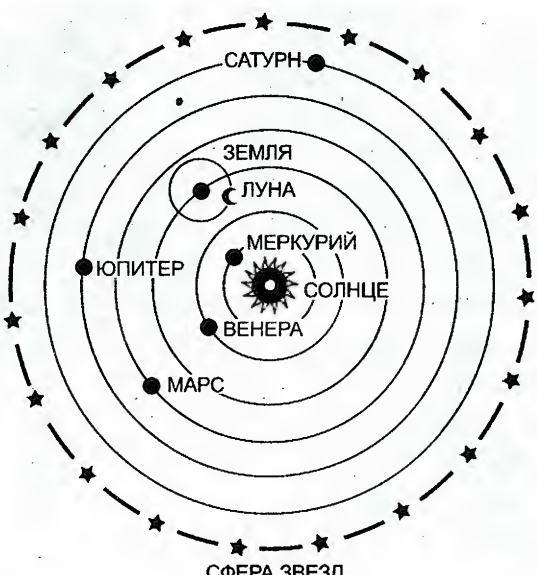
Прозрение Аристарха оказалось слишком преждевременным. Система Архимеда пребывала в неизвестности почти две тысячи лет. А настоящий Коперник появился только через 1700 лет после Аристарха.

Николай Коперник (1473–1543), поляк из города Торунь, был священником, астрономом, воином, инженером и врачом — то есть философом в том смысле слова, как понимал его Пифагор. Наблюдая движение небесных тел и производя астрономические вычисления, он пришел

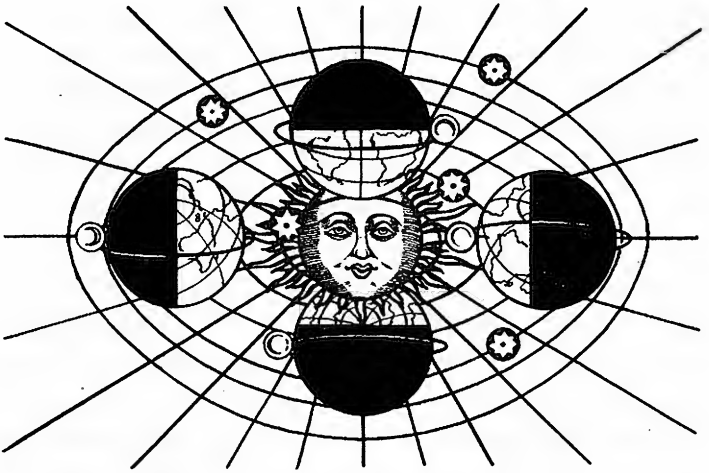


Николай Коперник
за математическими расчетами

к выводу, что система Птолемея ошибочна. В действительности Земля и все планеты вращаются вокруг своих осей и обращаются вокруг Солнца, а неподвижные звезды не имеют никакого отношения к Солнечной системе. Расчеты движения планет по системе Коперника были так же точны, как и по Птолемею, но считать стало намного проще — ведь все «вторичные орбиты» планет оказались ненужными. Коперник оказался также первым, кто установил относительные расстояния от планет до Солнца, приняв за единицу величину, которая сейчас называется астрономической единицей — расстояние от Земли до Солнца.



Модель мира по представлениям Николая Коперника



«Земля и другие планеты Солнечной системы вращаются вокруг Солнца» — доказывал Николай Коперник

Язык книги Коперника, в соответствии с духом времени, изысканно образен: *«В середине всего находится Солнце. Действительно, где еще в таком великолепнейшем храме можно было бы иначе и более удачно поместить этот светильник, как не в том месте, откуда он может освещать одновременно все? Ведь Солнце и впрямь, как бы восседая на царском троне, правит обращающейся вокруг него семьей планет...»*

Правда, напечатать книгу о своей системе Коперник решился не сразу. Дело в том, что астрономия, как и другие науки, находилась в то время под строгим контролем католической церкви, которая в большинстве стран Европы имела сильное влияние на все стороны жизни.

И даже когда книга была издана, ученое окружение папы Римского не сразу сообразило, что польский каноник (член церковного совета) фактически отменил систему Птолемея, которую **Ватикан** считал единственно верной. Автор предисловия к шеститомной книге Коперника «Об обращениях небесных сфер»* редактор издания **Андрей Осиандер** представил дело так, что гелиоцентрическая система создана всего лишь для упрощения астрономических вычислений. Такая трактовка умаляла ценность теории Коперника, но... спасла книгу от инквизиции. И поэтому несколько десятков лет учение Коперника свободно распространялось по Европе. А когда папское окружение спохватилось, было уже поздно: **гелиоцентризм** завоевал мир. Тем не менее учение Коперника было в католических странах запрещено до 1836 года. Еще позже, в 1854 г., книга Коперника вышла с его собственным предисловием, которое Осиандер в свое время заменил своим.

Научный подвиг Николая Коперника стал предметом гордости его родной Польши, Славянского мира и всей просвещенной Европы. На памятнике великому астроному в городе Торуни выбиты слова: «Остановивший Солнце и сдвинувший Землю».

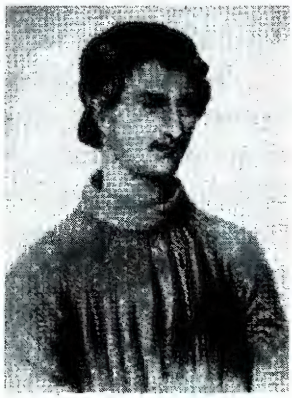
---

* Полное название книги: «Николая Коперника Торунского о вращениях небесных сфер шесть книг». Эпиграф: «Пусть не входит никто, не знающий геометрии».

ДЖОРДАНО БРУНО

В ночь на 17 февраля 1600 года в Риме зазвонил колокол, возвещая об утренней казни. В капелле шла панихида за упокой души еще живого человека. После отпевания на площадь Цветов двинулась мрачная процессия. Монахи в черных капюшонах с прорезями для глаз сопровождали к месту казни приговоренного к сожжению на костре. Он шел, еле передвигая ноги. Это был Джордано Бруно...

Итальянский ученый богослов, философ и поэт, монах-доминиканец **Джордано Бруно** (1548–1600 гг.) был чрезвычайно талантливым человеком. Он мог запомнить слово в слово любой текст после первого прочтения, знал наизусть целые разделы из Библии и книг античных философов. Противник геоцентризма и единомышленник Коперника, он пропагандировал и яростно защищал его гелиоцентрическую систему. По воспоминанию современника, Бруно «пятнадцать раз заставлял краснеть оппонента, выдвинутого академией для этого важного диспута».



Джордано Бруно

Джордано Бруно отстаивал не только систему Коперника, но был уверен, что в Солнечной системе могут быть и дру-

гие планеты, пока не открытые астрономами. Он утверждал также, что и планеты Солнечной системы, и само Солнце — лишь небольшая часть бесконечной Вселенной. «*...Нужно принять, что существуют еще бесчисленные солнца, из которых многие для нас заметны в виде маленьких тел; но некоторые могут нам казаться меньшими звездами, хотя на самом деле они гораздо больше тех, которые кажутся нам чрезвычайно крупными... Вокруг этих солнц могут вращаться земли, имеющие большие или меньшие массы, чем наша земля*» — писал он в своих сочинениях. Развивая свою мысль, он предполагал, что многие другие миры могут быть населены существами, подобными людям Земли. Сама идея множественности миров не преследовалась католической церковью, видевшей в этом подтверждение всемогущества Бога. Но утверждение, что обитатели иных миров подобны человеку, «венцу Творения», считалось ересью, равно как и система Коперника.

В течение многих лет Бруно, зная, что находится «под колпаком» римской инквизиции, вел образ жизни бродячего монаха. Он подолгу жил в Германии, Англии, Франции, Чехии, всюду пропагандируя свои научные взгляды на мир. Некоторые его предположения созвучны современным представлениям физиков. Например, он считал, что пространство есть необходимое условие существования материи. Утверждал, предвосхищая теорию

Много лет Дж. Бруно вел образ жизни бродячего монаха

относительности, что «время течет иначе на тех телах, которые движутся быстрее».

В Европе понемногу ослабевало влияние католической церкви, и Бруно, надеясь, что свобода мысли восторжествует и в Италии, вернулся на родину. Но вскоре по доносу венецианского аристократа философ был арестован и отдан под суд инквизиции. Вместо обычных двух-трех лет его держали в предварительном заключении восемь лет. Подвергали жестоким пыткам. Требовали покаяться в грехах и отречься от своих еретических заблуждений. Бруно признал, что на нем есть прегре-

Казнь Джордано Бруно

шения: он нерегулярно посещал церковь, и его поведение в миру не всегда было истинно монашеским... Но от своего мировоззрения он не отрекался и стоял на своем до конца. До того самого дня 17 февраля 1600 года...

А наутро после казни Бруно в Италии произошло землетрясение от извержения вулкана Везувия. На рыночной площади в Риме сорвались с привязей могучие быки, посеяв вокруг панику. Число человеческих жертв исчислялось сотнями. Жители Рима восприняли эти события как небесную кару за казнь ученого.

В 1889 году на месте казни был установлен памятник с надписью: «Джордано Бруно от века, который он предвидел».

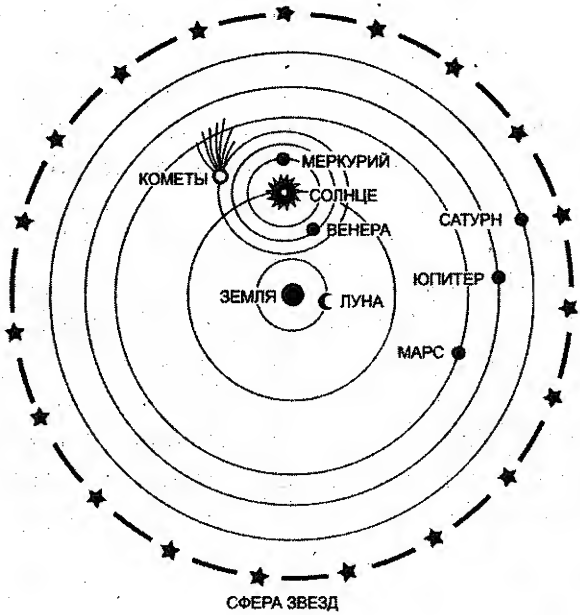
«НЕБОЖИТЕЛЬ» С КВАДРАНТОМ И ШПАГОЙ

Далеко не сразу система Коперника нашла признание у его коллег астрономов. Видимо, не так просто было усвоить, что Земля — не центр Вселенной. Поэтому было разработано еще несколько вариантов гео-гелиоцентрической модели мира. Среди авторов таких построений самым крупным ученым был датчанин **Тихо Браге** (1546–1601), потомственный дворянин и королевский астроном.

Тихо Браге

«Я полагаю, что старое Птолемеево расположение небесных сфер было недостаточно изящным... Но я не одобряю также нововведений, предложенных Коперником... Эта грубая масса Земли, так мало приспособленная к движению, не может, подобно небесным телам, перемещаться и двигаться. К тому же и Святое Писание не дает оснований принять это учение... По моему мнению, небесные движения совершаются таким образом, что Солнце, Луна и сфера неподвижных звезд, замыкающая всю Вселенную, имеют центром Землю. Пять планет обращаются вокруг Солнца, как вокруг своего вождя и короля, а Солнце непрерывно пребывает среди этих небесных тел и в сопровождении их осуществляет свое годичное движение вокруг Земли» — писал он в книге «О недавних явлениях в эфирной области».

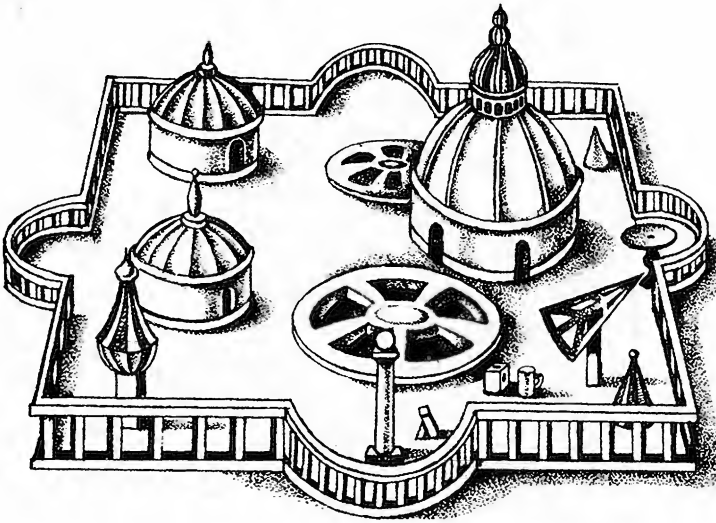
Однако приверженность Тихо Браге к устаревшей модели мира совсем не означает, что он избегал новых знаний о небе. Совсем напротив! Создатели моделей мироздания от Пифагора до Коперника описывали орбиты всех небесных тел как окружности. Тихо Браге, наблюдая за движением комет, обнаружил, что орбиты большинства из них далеко не круговые, а сильно вытянутые, то есть **эллиптические**. Более того: если некоторые прежние астрономы утверждали, что **кометы** перемещаются в земной атмосфере или по орбитам между Землей и Луной, то Тихо Браге доказал, что кометы являются такими же небесными тела-



Гео-гелиоцентрическая модель мира Тихо Браге

ми, как Луна и другие планеты. Кроме того, Тихо Браге составил **звездный каталог**, в котором насчитывалось 788 звезд. Он измерял положения Марса около 20 лет, в течение которых красная планета сделала 10 оборотов вокруг Солнца.

Тихо Браге с полным основанием можно назвать небожителем — ведь он большую часть жизни проводил в «Небесном замке». Так переводится на русский язык название обсерватории **Ураниборг**. Обсерватория была оснащена великолепными астрономическими инструментами. Для хранения своих квадрантов и армиллярных сфер Тихо Браге оборудо-



Обсерватория Тихо Браге

вал специальный подвал в новой обсерватории **Стьернеборг** — Звездный замок.

Инструменты Ураниборга отличались высокой точностью измерений. Чем определяется точность измерения? Попробуйте измерить длину и ширину вашего стола. Сначала проведите измерения линейкой длиной в 15—20 сантиметров. Потом возьмите рулетку, длина которой может быть от 3 до 10 метров. Сравните результаты измерений — и вы убедитесь: чем больше размеры инструмента, тем точнее измерения. **Квадранты** Тихо Браге имели радиусы в 42, 64, 167 и 194 см, **секстант** — радиус 155 см, диаметр кольца **«экваториальной армиллы»** — 350 см. **Небесный глобус** из латуни имел диаметр 149 см. Сохранилась гравюра,

где изображен сам астроном, работающий на шестиметровом стенном квадранте!

Благодаря прекрасному оборудованию Тихо Браге удалось повысить точность небесных измерений в 50 раз. Для «дотелескопической» астрономии это была предельно достижимая точность. Но чтобы добиться таких результатов, нужен был и особый характер астронома. Тихо Браге был чрезвычайно педантичен и требователен к сотрудникам. Работал он не зная усталости. В наше время таких людей называют трудоголиками. Отстаивая в научных дискуссиях истину, Тихо Браге умел действовать не только логикой, но и шпагой, считая этот аргумент наиболее убедительным. Напоминанием об одной такой дискуссии был для астронома самодельный протез носа и многочисленные шрамы...

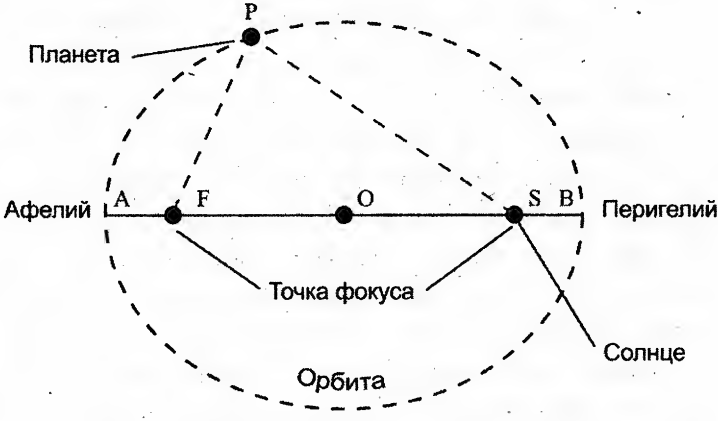
«КОЛУМБ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ»

Великий немецкий астроном **Иоганн Кеплер** (1571–1630) — коллега, ученик и последователь Тихо Браге. Кеплер пришел к выводу, что орбиты планет не являются, строго говоря, окружностями. Все планеты обращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам. Земля тоже описывает эллипс. В отличие от окружности, имеющей один центр, у **эллипса** вместо него **два фокуса**. В одном из фокусов каждой планетной орбиты находится Солнце. В этом и

Иоганн Кеплер

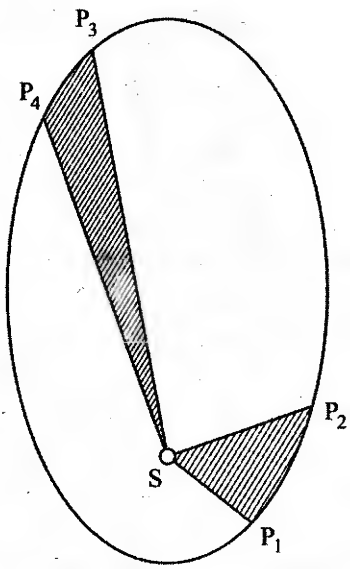
заключается первый закон Кеплера. Второй закон говорит о том, что скорость планеты тем больше, чем ближе к Солнцу она проходит. В третьем законе установлена строгая математическая зависимость периода обращения планет от расстояния до Солнца.

Кеплер, как и многие его коллеги и современники, в своей работе не ограничивался астрономическими наблюдениями и вычислениями. К этому времени в Нидерландах и некоторых европейских странах стали появляться первые оптические инструменты для наблюдения удаленных предметов, так называемые **«перспективы»** (слово



Первый закон И. Кеплера

«телескоп» было введено в употребление позже). Это был серьезный научный и технологический прорыв. Но создавались эти приборы чисто опытным путем, как говорится, «методом тыка». Кеплер первым дал строгое математическое обоснование телескопов. Для этого ему пришлось вторгнуться в, казалось бы, далекую от астрономии область знаний — анатомию человека. Его интересовал орган зрения — глаз. Кеплер рассматривал глаз как оптический прибор. Именно с этих позиций он сделал подробное описание анатомического строения глаза и действия очковых линз. В книге Кеплера «Диоптрика, или доказательство того, как становится видимым изображение с помощью недавно изобретенной зрительной трубы» приводится схема предлагаемого им телескопа из двух двояковыпуклых линз. Иоганн Кеплер был, наверное, последним в Европе астрономом, работавшим без телескопа.



Второй закон И. Кеплера

Астрономия того времени (наши современные ученые называют его эпохой гигантов)

сводилась фактически к **астрометрии** — измерению угловых расстояний на небесной сфере. Надо отдать должное мастеровым людям, которые делали угломерные инструменты — **квадранты**. Их приборы отличались большой точностью и тщательностью отделки. Для их изготовления использовались бронза, латунь, ценные сорта дерева. Большая точность измерений требовала и больших размеров инструментов. Все это обходилось очень дорого, но ученые-подвижники отказывали себе во всем ради возможности добывать научную истину.

Кеплер был истинным подвижником. Преследуемый религиозными фанатиками, он переезжал из страны в страну. За 20 лет работы в императорской обсерватории получил одно-единственное годовое жалованье. Испытывая неимоверные трудности из-за дефекта зрения (Кеплер страдал близорукостью), проводил точнейшие измерения. Основные труды Кеплера — «Гармония мира» и «Очерки коперниканской астрономии». Книга «Очерки...» стала фактически новым учебником астрономии.

Девизом Кеплера были слова: «Бездеятельность — смерть для философии: так будем же жить и трудиться». И он трудился, не зная предела своим возможностям. *«Всю жизнь свою занимавшийся математической астрономией, он то и дело сочиняет стихи, а под старость пишет астрономический роман о жителях Луны с целью распространить астрономические понятия в народной массе... Он ин-*

тересуется всем... Увидев измерение винных бочек, он пишет целый трактат по чистой геометрии; узнав об изобретении логарифмов, он тотчас же обрабатывает их теорию и составляет таблицы... Он не искал от людей ни почестей, ни похвал, — писал о Кеплере его биограф Е. А. Предтеченский. — *По словам Брюстера, его поиски на небе имеют большое сходство с поисками Колумба на Земле».*

«ОДНАКО Ж ПРАВ УПРЯМЫЙ ГАЛИЛЕЙ»

Движенья нет, сказал мудрец брадатый,
Другой смолчал и стал пред ним ходить.
Сильнее бы не мог он возразить;
Хвалили все ответ замысловатый.
Но, господа, забавный случай сей
Другой пример на память мне приводит:
Ведь каждый день пред нами солнце ходит,
Однако ж прав упрямый Галилей.

А. С. Пушкин

Казнь Джордано Бруно не остановила дальнейшее развитие учения о гелиоцентрической системе и множественности миров. В Италии убежденным сторонником Коперника был астроном и физик **Галилео Галилей** (1564–1642 гг.), профессор математики и астрономии Пизанского, а позже — Падуанского и Флорентийского университетов. В отличие от своих предшественников, Галилей располагал прекрасным оптическим прибором

Галилео Галилей

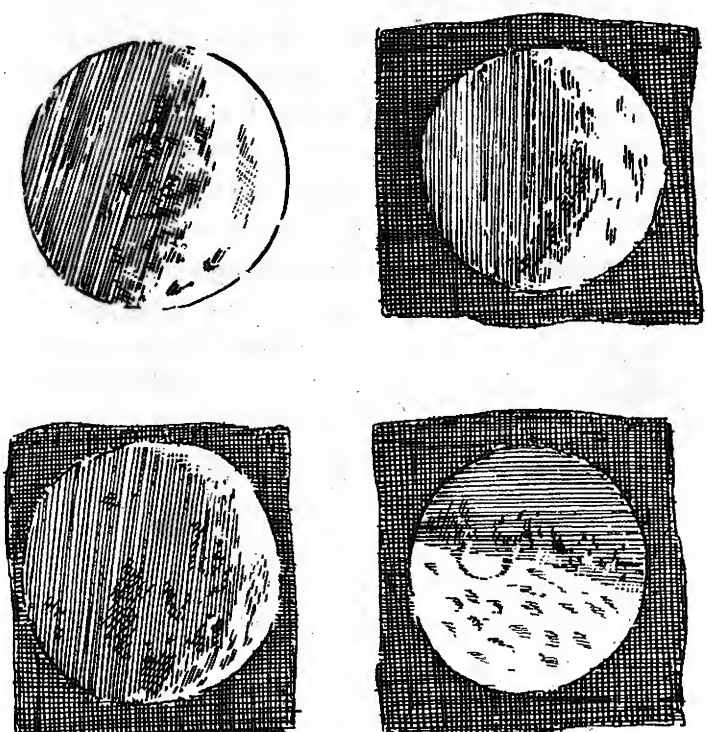
для изучения небесных тел — телескопом. В то время он назывался «перспективой».

Как писал Галилей, он приступил к изготовлению телескопа, узнав, что «какой-то нидерландец построил **перспективу**». Сначала приближение было небольшим. «Наконец, не щадя ни труда, ни издержек, я построил прибор до такой степени превосходный, что при его помощи предметы казались... более чем в тридцать раз ближе...»

Благодаря применению телескопа Галилей увидел на небе наглядные доказательства правоты Коперника и Бруно. Галилею открылось множество звезд Млечного Пути, которых не было видно простым глазом. Луна оказалась не эфирным светилом или гладким шаром, а планетой, покрытой горами и равнинами, как и Земля. Венера предстала ярким серпом, как лунный полумесяц. Сатурн оказался планетой совсем не круглой формы — такой эффект создавало кольцо, недостаточно различимое в телескоп. Но самыми интересными оказались наблюдения Юпитера. В телескоп эта яркая планета выглядела довольно большим кружк-

ком, рядом с которым находились четыре звездочки. Последующие наблюдения показали, что эти звездочки постоянно сопровождают Юпитер и обращаются вокруг него. Галилей определил, что это спутники Юпитера, подобно тому, как Луна — спутник Земли.

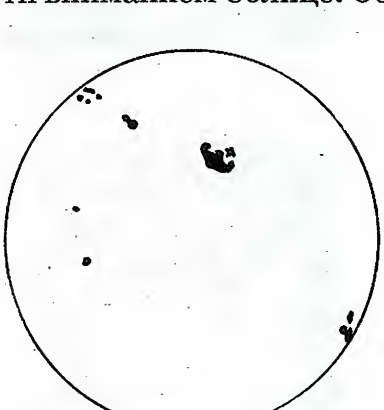
Открытие спутников Юпитера наносило еще один удар по старой доктрине, которая утверждала, что Земля — единственный центр вращения небесных тел. Одновременно оно служило веским аргументом в пользу системы Коперника.



Луна в рисунках Галилео Галилея

Ведь если вокруг движущегося Юпитера вращаются четыре луны, не отставая от него, то и движение Земли не мешает обращению Луны. Но многие коллеги Галилея, видные профессора, не признавали открытые им спутники. Даже глядя в телескоп, они утверждали, что никаких лун у Юпитера нет. А некоторые просто отказывались смотреть в телескоп, чтобы не вносить себе в душу сомнения в правоте системы Птолемея... Однако четыре астронома — Христофор Клавий, Христофор Гринбергер, Одо Малькот и Джованни Паоло Лембо подписали официальный документ, в котором подтвердили: и невиданные ранее звезды, и фазы Венеры, и неровности поверхности Луны, и странная форма Сатурна, и «четыре подвижных звезды около Юпитера» — все это действительно видно в зрительную трубу.

Обладая телескопом, Галилей не мог обойти вниманием Солнце. Обнаруженные на Солнце пятна перемещаются по его диску. Значит, Солнце вращается вокруг своей оси, как Земля, о чем говорил и Бруно? В это же время обнаружил солнечные пятна и другой астроном — иезуит **Христофор Шейнер**, который объяснил их появле-



Пятна на Солнце, обнаруженные Галилеем

ние некими малыми телами, обращающимися вокруг Солнца. В споре с ним Галилей доказал свою правоту и приоритет, чем и подписал себе приговор. Иезуиты не простили этого нищему профессору. Вскоре Галилей смог ощутить неблагосклонность могущественного ордена...

Галилей, помня о судьбе Бруно, не спешил вступать в новые споры с учеными представителями церкви. Он понимал, что лучший способ распространения знаний о небесных телах — сделать наблюдения массовыми. В доме Галилея стали собираться по ночам сначала друзья, потом знакомые, а позже и совершенно неизвестные ему любознательные сограждане. Всем хотелось посмотреть на Луну вблизи, увидеть на ней темные области, которые Галилей назвал морями и океанами, и горные цепи с вершинами, о высоте которых Галилей уверенно судил по длине тени.

Слухи о ночных сборищах дошли до инквизиции. К тому же в 1610 году вышла книга Галилея «Звездный вестник», в которой автор поддерживал учение Коперника. Папское окружение забеспокоилось. Совсем недавно сожгли Бруно, а система Коперника находит все новых сторонников. Причем распространяет ее уже не бродячий монах, а знаменитый ученый. На Галилея пытались оказывать давление, говорили, что он заблуждается. Но когда он предлагал своим оппонентам посмотреть в телескоп и убедиться самим в правоте науки, отцы-инквизиторы отказывались.

В 1632 году вышла книга Галилея «Разговор о двух системах». Автора привлекли к суду. Шантажом и угрозами старика вынудили покаяться и запретили вести разговоры о движении Земли. Остаток жизни ученый провел под надзором инквизиции, тайно работая над новым сочинением. Душой и разумом он остался верен науке.

«МАЛЬЧИК, ИГРАЮЩИЙ НА МОРСКОМ БЕРЕГУ»

Открытия Галилея, давая людям новое представление о мире, поставили перед учеными и новые вопросы. В частности, вопрос о космических силах, о причинах и законах движения небесных тел. И ответы были даны.

Исаак Ньютон (1643–1727 гг.) родился через сто лет после смерти Коперника. Математик, механик, физик, астроном, богослов, экономист, профессор университета, президент Королевского общества (Академии наук), директор монетного двора и депутат парламента, он сделал в науке столько, сколько не сделали десятки узких специалистов. Классическая физика появилась только после выхода его книги «Математические начала натуральной философии».

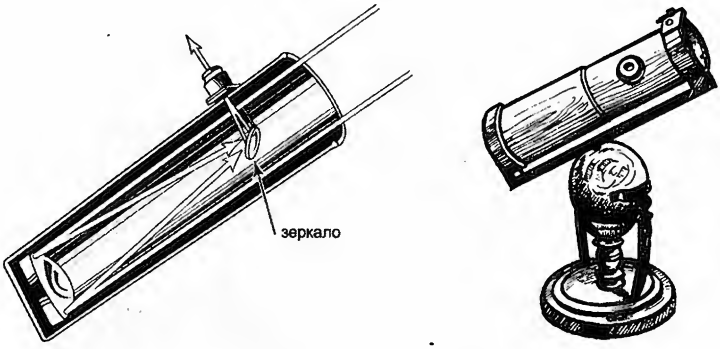
Закон всемирного тяготения, открытый Ньютоном, утверждает: между всеми телами Вселенной существуют силы взаимного притяжения, или **гравитации**. Этот закон объясняет

свободное падение тел на Землю, движение планет вокруг Солнца и Луны вокруг Земли, морские приливы. Закон всемирного тяготения и три **закона механики**, открытые Ньютоном, позволяют понять, почему планеты, обращаясь вокруг Солнца, не падают на него и в то же время не улетают в просторы Вселенной.

Исаак Ньютон

Земля не улетает от Солнца благодаря его притяжению. Но она бы упала на Солнце, если бы не ее круговое движение вокруг него. Сложение двух сил — тяготения и **инерции** — дает криволинейное движение и обеспечивает устойчивое положение Земли на околосолнечной орбите. То же самое происходит и с Луной при ее движении вокруг Земли. Все планеты Солнечной системы подчиняются одним законам, и этим же законам подчиняются все космические тела Вселенной — естественные и рукотворные.

Согласно теории Ньютона, Вселенная вечна во времени и бесконечна в пространстве. Вопрос о происхождении мира Ньютон в своих «Началах» решал просто. Он писал: *«Изящнейшее соединение Солнца, планет и комет не могло произойти иначе, как по намерению и по власти могущественного и премудрого существа».*

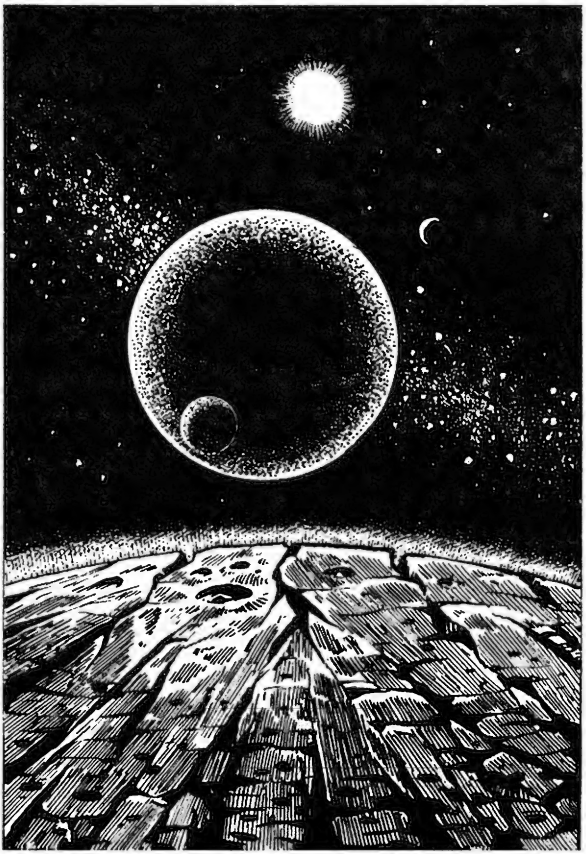


Рефлектор Ньютона

Не будем забывать, что сэр Исаак Ньютон был еще и ученым-богословом.

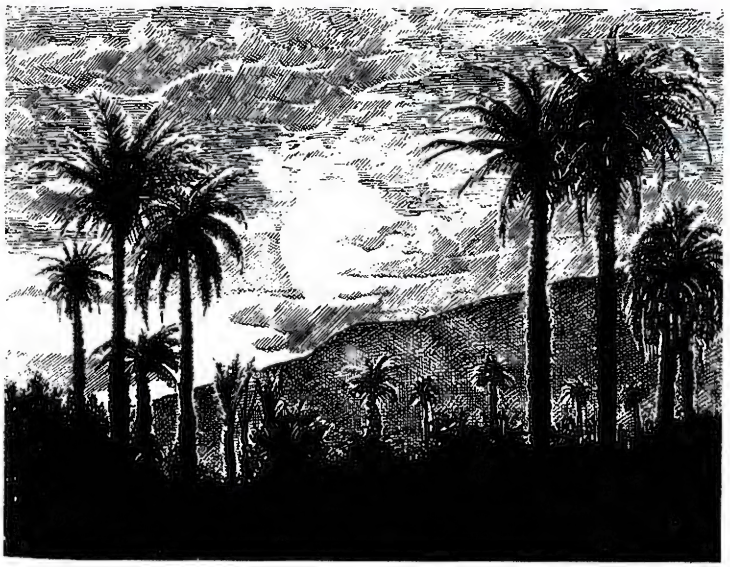
Ньютону принадлежит и авторство новой конструкции телескопа. Одну из линз он заменил вогнутым зеркалом — **рефлектором**. Занимаясь обработкой стекол и зеркал, Ньютон попутно сделал еще одно открытие. Оказывается, белый солнечный свет, проходя через призму, разделяется на семь цветов радуги. Это явление называется **дисперсией света** и объясняет как природу радуги, так и недостатки оптических приборов с линзами.

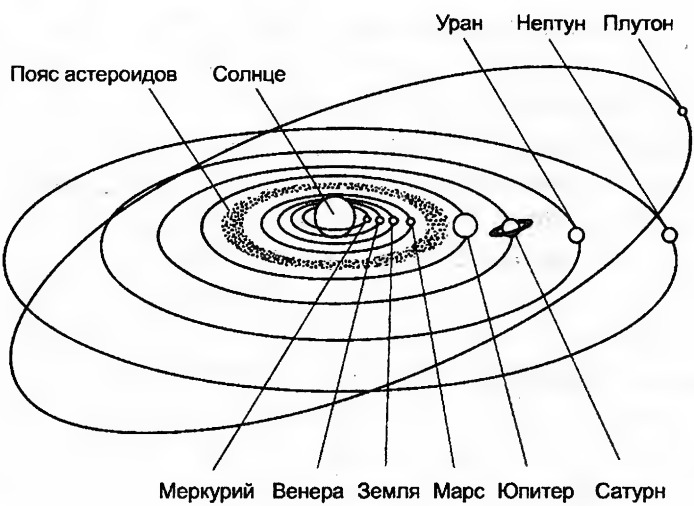
МИР СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ



СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Солнечная система — это удивительный космический механизм, гигантская небесная машина, в которой все части находятся в постоянном, непрерывном, математически точном движении. Любой машине для работы нужны прежде всего **генератор** — источник энергии и **двигатель**, задающий ход всем узлам и деталям. В Солнечной системе генератором и одновременно двигателем служит центральное светило — наше Солнце. Этот огромный пылающий газовый шар, вырабатывая и излучая в пространство энергию света, тепла, радиации, равномерно вращается вокруг своей оси. А вокруг Солнца, следуя точно своими путями по четким геометрически правильным орбитам,





Солнечная система

движутся Земля и все другие небесные тела большого Солнечного семейства. Это планеты с их спутниками **астероиды** и **кометы.**

Солнечная система по составу многочисленна и разнообразна. Своими размерами выделяются девять планет Солнечной системы, но и среди них тоже значительное разнообразие. Все планеты четко разделяются на две группы. Ближние к Солнцу планеты называются внутренними, или **планетами земной группы.** Это — Меркурий, Венера, Земля и Марс. Вторую группу образуют **планеты-гиганты:** Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Замыкает планетную систему Плутон.

Планеты земной группы отличаются от планет-гигантов по нескольким признакам. Во-первых, внутренние планеты ближе к Солнцу

и благодаря этому получают от него больше света и тепла. Во-вторых, они состоят из более плотной материи (как, например, наша Земля). В-третьих, атмосферы этих планет содержат мало легких газов, а в их недрах много тугоплавких твердых веществ. Есть и другие отличия, о которых более подробно рассказывается в разделах, посвященных отдельным планетам.

Земная группа отделена от гигантов широкой кольцевой полосой, занятой множеством малых планет — астероидов. Эта пограничная полоса так и называется — **пояс астероидов.** Астероиды, метеориты и кометы — все они относятся к **малым телам** Солнечной системы — занимают в ней отдельное место, так как отличаются от больших тел (планет) не только размерами.

В описании планет Солнечной системы постоянно встречаются цифры, которые характеризуют и сами планеты, и условия на них. Но цифры для планет даются, как правило, в сравнении с соответствующими цифрами для нашей Земли — величинами ее диаметра, массы, плотности вещества и т. д. С чем же еще нам, землянам, сравнивать другие планеты?

А расстояния от планет до Солнца даются как в километрах (привычная земная мера пути), так и в **астрономических единицах — а. е.** Астрономическая единица — это расстояние от Солнца до Земли, равное, как известно, примерно 150 миллионам километров. В системе Солнца и масштабы — солнечные.

СОЛНЦЕ — ДРЕВНЕЙШЕЕ БОЖЕСТВО

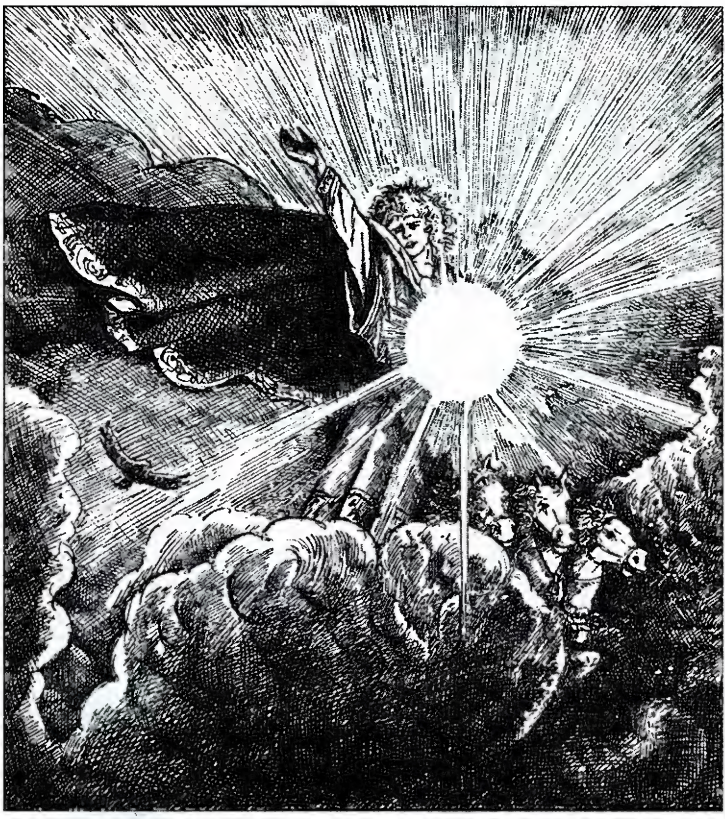
В древности Солнце обожествлялось многими народами Земли. Формы поклонения солнечному божеству были разными, но общим было то, что люди чувствовали и осознавали зависимость земной жизни от солнечного света и тепла. В Древнем Египте, среди опаленных африканским зноем песков и редких зеленых оазисов, на берегах священного Нила, дающего живительную влагу полям и пашням, влияние Солнца чувствовалось с особенной силой. Для египтян Солнце было верховным божеством. В представлениях людей солнечный бог **Ра** совершал ежедневное плавание по небесной реке на золотой лодке. С восхода до заката бог Ра плывет по дневной реке, а от заката до восхода — по подземному Нилу переправляется на другой край неба. В ночном плавании богу Ра приходится выдерживать борьбу с коварным божеством тьмы и каж-

Гелиос

Бог Солнца Гелиос

дый раз побеждать его, вселяя в людей веру в победу Света над Тьмой и Добра над Злом. Египтяне поклонялись и солнечному богу Ра, и **Амону-Ра**, богу урожая, дарованного Солнцем, и **Атону** — богу солнечного диска. **Гор** почитался египтянами в качестве бога солнечного света.

В Элладе, где верховным богом был Зевс-громовержец, солнечным богом был его сын **Гелиос**, имя которого и означает — Солнце. На сохранившихся рисунках Гелиос изображен лучезарным златокудрым атлетом, в золотом шлеме и сверкающей одежде, на золотой колеснице, запряженной четверкой крылатых коней. Выезжая утром с берега реки Океан, Гелиос за время дневного пути одаривает все живое светом, теплом и живительной силой. Был у эллинов и бог солнечного света — **Аполлон**,



Даждьбог

покровитель всего, что рождается и живет благодаря свету и теплу, — плодов и деревьев, пчел и домашних животных, музыки и поэзии...

У древних славян Руси солнечными богами почитались **Даждьбог** и **Ярило**. «Куда Ярило взглянет, там колос зацветет. Где Ярило пройдет, там урожай обильный». Другим именами бога Солнца были **Кострома** и **Яровит**. А у южных и западных славян солнечным богом счи-

тался **Хорс**, который изображался козлоногим и козлоголовым человеком с четырьмя рогами и хвостом.

У древних иранцев богом Солнца был покровитель воинов **Митра**, изображавшийся в лучистой короне. Культ Митры получил распространение и в Римской империи. А в Японии до сих пор исповедуется национальная религия синтоизм. Она утверждает, что первой правительницей Японии была богиня Солнца **Аматэрасу** — родоначальница императорской династии, правящей и сегодня.

В веках и тысячелетиях сохраняются следы этих верований — в народном творчестве, в старинных играх, в поэзии, даже в кулинарии. В «Слове о полку Игореве» русичи названы Даждьбожьими внуками, в сказке Пушкина королевич Елисей обращается к Солнышку за помощью, Маяковский приглашает Солнце на чай... А по всей Руси-России и далеко за ее пределами люди и в наше время на Масленицу — праздник проводов зимы и встречи весны — пекут

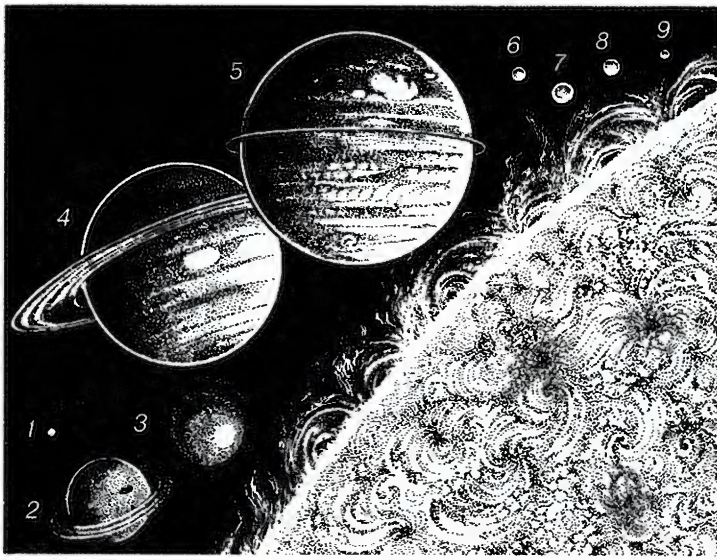
Митра

блины. Ведь блин, круглый, горячий и золотистый, был в старину символом Солнца... Все люди в какой-то степени солнцепоклонники!

СОЛНЦЕ — ЗВЕЗДА НЕОБЫКНОВЕННАЯ

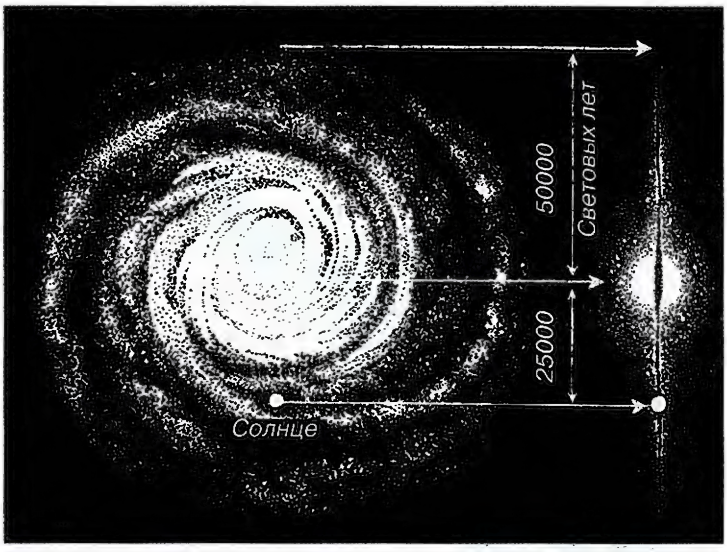
Солнце — не только центральное светило в нашей планетной системе, не только источник света и тепла для жизни на Земле. Солнце — еще и важнейший объект внимания для ученых самого широкого спектра знаний, и в первую очередь — астрономов. Солнце — это звезда, которая значительно ближе к нам, чем другие звезды. А это значит, что, изучая идущие на Солнце процессы, узнавая все больше о его природе, мы тем самым обогащаем свои знания о звездах вообще — и в первую очередь о звездах, подобных Солнцу. А таких во Вселенной достаточно много. Но если другие звезды так далеки от нас, что их свет доходит до Земли за многие годы, тысячи и миллионы лет, то солнечный свет долетает до нас всего за 8 минут. Иными словами, большинство звезд мы видим такими, какими они были давным-давно — миллионы лет назад. А Солнце — вот оно! Что такое для Вселенной восемь минут? Поэтому Солнце для земных ученых — идеальный представитель мира звезд!

В астрономической литературе часто подчеркивается, что в сравнении с другими звез-



Сравнительные размеры планет Солнечной системы и Солнца:
1 — Плутон; 2 — Нептун; 3 — Уран; 4 — Сатурн; 5 — Юпитер; 6 — Марс; 7 — Земля; 8 — Венера; 9 — Меркурий

дами, среди которых есть гиганты и сверхгиганты разных цветов и оттенков, Солнце — всего лишь «обычный **желтый карлик**». Рядовая звезда в системе Млечного Пути... Но ведь все в мире относительно. Вот звездные характеристики этого «карлика». Диаметр Солнца — 1 миллион 390 тысяч километров, или 109 диаметров Земли. Объем — в 1 миллион 300 тысяч раз больше объема Земли. Масса — в 333 тысячи раз больше массы Земли. Если сравнивать с другими планетами, то выясняется, что масса Солнца в



Положение Солнца в нашей Галактике (слева — вид Галактики сверху, справа — вид Галактики сбоку)

760 раз превышает массу всех девяти планет, вместе взятых.

Средняя плотность солнечной материи — в четыре раза меньше плотности земного вещества. Период вращения Солнца вокруг своей оси — 25,4 земных суток. Сила тяготения на Солнце в 27 раз больше, чем на Земле. Температура солнечной поверхности — 5500–6500 градусов Цельсия, а в центральных областях Солнца температура достигает 14, а то и 20 миллионов градусов. В этом интервале — от 5500 до 20 000 000 градусов — все известные науке вещества могут находиться только в газообразном состоянии.

Почему же Солнце — необыкновенная звезда? Да хотя бы потому, что в его планетной системе есть необыкновенная планета Земля, на которой есть **жизнь**, в том числе и разумная. И еще потому, что место Солнца в Галактике и его звездные характеристики именно такие, какие нужны для возникновения и развития жизни хотя бы на одной околосолнечной планете.

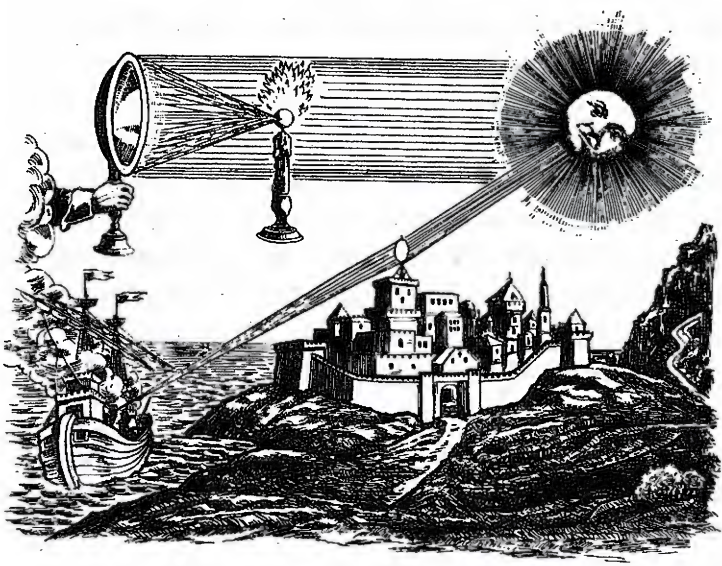
СОЛНЦЕ — ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Этот раскаленный газовый шар, который держит на орбитах вокруг себя планеты, кометы, астероиды, излучает мощные потоки тепла и света, будучи единственным их источником в Солнечной системе. О том, какова излучаемая Солнцем энергия, ученые могут судить хотя бы по той чрезвычайно малой доле (равной примерно одно-двухмиллиардной), которая попадает на Землю с расстояния в полтораста миллионов километров. А по величине эта доля такова: за одну минуту на каждый квадратный сантиметр поверхности Земли поступает **энергия**, которой достаточно, чтобы нагреть два грамма воды на один градус Цельсия. Эта величина энергии называется **солнечной постоянной**. А полное излучение Солнца составляет величину, выражаемую числом 543 с 25 нулями. Если представить себе, что кто-то смог соединить Землю и Солнце ледя-

ной штангой диаметром в 3 километра, то это чудо космического строительства продержалось бы всего одну секунду, растаяв от солнечного излучения, а через 8 секунд обратилось бы в невидимый водяной пар.

Но это все числа, полученные астрономами в результате множества экспериментов и вычислений. А ведь можно легко проверить, на что способно солнечное излучение. Самая обыкновенная лупа (увеличительное стекло) позволяет так сфокусировать солнечные лучи, что от этой ослепительно яркой точки загорится сухая щепка, клочок ваты или бумаги. Такого же результата можно добиться, используя вместо линзы вогнутое зеркало — рефлектор. Бывали даже случаи, когда из-за небольшого дефекта в оконном стекле, создававшего эффект линзы, солнечный луч, попадая на эту «линзу», приводил к пожару в комнате!

А из истории известно, что во время римского нашествия древнегреческий ученый **Архимед**, выстроив на берегу моря группу воинов со специально изготовленными зеркальными бронзовыми щитами, сфокусировал солнечные лучи на римском парусном судне и сжег его. Другие вражеские корабли поспешили отойти от берега подальше. Интересно, что в семидесятых годах XX века легенда о научном подвиге Архимеда была проверена экспериментально. Оказалось, что древнее предание донесло правдивую историю... Но Солнце может не только зажечь сухую древесину. Если взять вогнутое



По одной из версий, Архимед при помощи зеркал сжигал римские корабли

зеркало диаметром в 1 метр, в его фокусе лучи Солнца создадут изображение нашего светила диаметром в 1 сантиметр. И в этом сантиметровом «Солнышке» будут плавиться самые тугоплавкие вещества! Такой опыт в свое время поставил в Москве профессор **В. К. Цераский.**

Энергия Солнца до сих пор недостаточно используется человеком. Только во второй половине XX века были созданы электрические **солнечные батареи.** Их действие основано на применении **кремниевых фотоэлементов,** которые преобразуют световую энергию солнца в электрическую. Особенно широко эти батареи используются в космонавтике для энергоснабже-

ния космических кораблей и орбитальных станций. Однако надвигающийся энергетический кризис побуждает людей все активнее применять солнечные батареи для земных, в том числе бытовых нужд. В таких местностях, как южные штаты США, Австралия, ЮАР, Япония и т. п., солнечные батареи питают радио- и телевизионные приемники, компьютеры, осветительные и даже нагревательные приборы.

В Институте электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук под руководством академика **Д. С. Стребкова** разработаны даже установки для суровых российских условий — специальные «балконные» электростанции из солнечной батареи и аккумулятора. Такая «электростанция» дает напряжение, достаточное для питания электрической лампочки и телевизора — в случае отключения сетевого электропитания, что становится обычным явлением в наше время...

Но все перечисленное — это примеры лишь прямого использования солнечной энергии. В то же время человечество самым активным образом использует солнечную энергию, часто даже не замечая этого. Большинство действующих электростанций работает на угле, торфе, дровах, нефти и газе. Но все эти виды топлива представляют собой законсервированную солнечную энергию. Дрова, уголь, торф — продукты растительного происхождения. Но и деревья, и болотные растения получали солнечную энергию.

Происхождение нефти и попутного газа также связано с воздействием солнечного тепла и света. Немалое число электростанций дает энергию, работая от ветра и воды. Но что такое ветер? Это перемещение воздуха, вызванное тем, что в разных местах Земли атмосфера неодинаково прогревается... чем? Солнечным излучением! А течение воды в реках поддерживается, в числе прочего, потоками дождя. Дождевая вода, как известно, льется из туч, а тучи образуются в результате испарения воды рек и морей под действием солнечных лучей. А все, что идет в пищу и питье человеку и животным, тоже несет в себе солнечную энергию. Так что не случайно древние народы обожествляли наше светило.

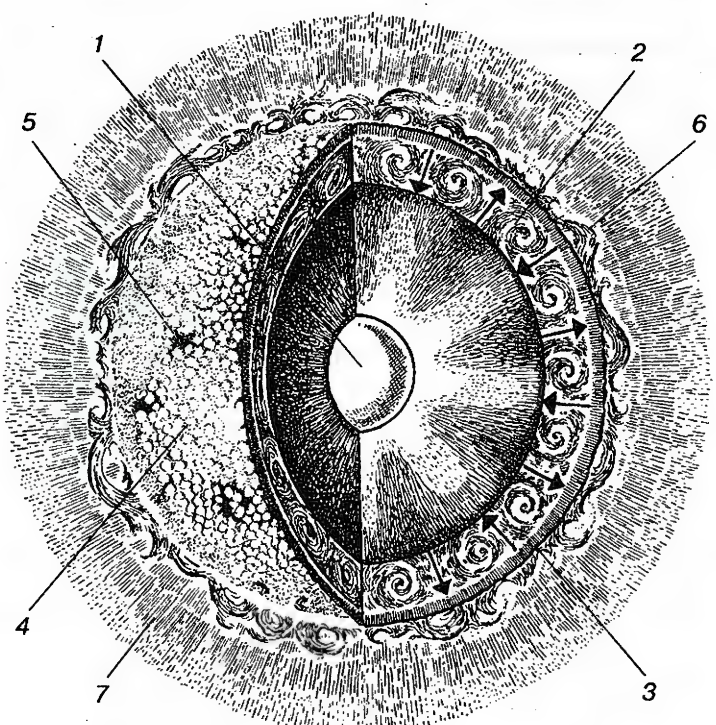
СОЛНЕЧНЫЕ ЭТАЖИ

Чтобы лучше понять работу Солнца, необходимо иметь представление о его внутреннем строении. Состав Солнца представлен в таблице, где количество каждого вещества показано в процентах от общей массы.

Водород	81,76	Кремний	0,006
Гелий	18,17	Сера	0,003
Кислород	0,03	Углерод	0,003
Магний	0,02	Железо	0,001
Азот	0,01	Прочие	0,001

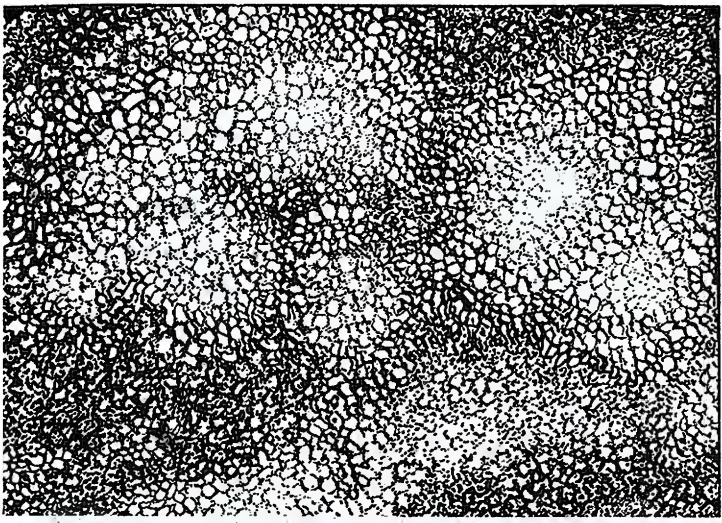
Как видно из таблицы, основные элементы в составе Солнца — **водород и гелий.** Другие вещества содержатся в очень малых количествах.

Условно Солнце можно разделить на четыре «этажа» или слоя — от поверхности до центрального ядра. Самый верхний слой Солнца, отделяющий его недра от солнечной атмосферы, называется **фотосферой**, или в переводе с греческого — «сферой света». Толщина этого слоя всего 200—300 километров. Здесь даже не подходит слово «толщина», потому что при



Строение Солнца:

1 — гелиевое ядро; 2 — зона конвекции; 3 — хромосфера; 4 — фотосфера; 5 — солнечные пятна; 6 — протуберанец; 7 — корона



Солнечная грануляция

радиусе Солнца в 700 000 километров его светоносный слой исчезающе тонок и выглядит как пластиковая оболочка огромного аэростата. Но несмотря на это, именно из фотосферы выходят почти весь свет и все тепло, излучаемые Солнцем в пространство. И температура в 6000 градусов — это средняя температура фотосферного слоя.

Если рассматривать фотосферу в телескоп, хорошо видно, что ее поверхность неоднородна и состоит из отдельных блестящих «зерен» — **гранул**, разделенных темными промежутками. Средний размер гранул около 700 км. Темные промежутки на 350—400 градусов холоднее гранул. Вид поверхности Солнца постоянно меняется — гранулы поминутно появляются и

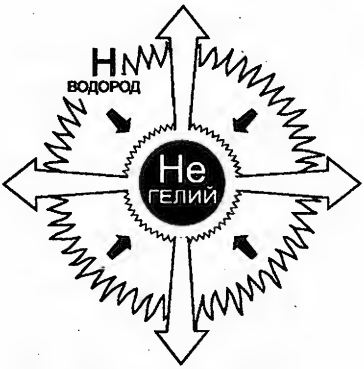
исчезают, уступая место новым зернам. Эти «зернышки» также состоят из раскаленных газов, которые «выныривают» из еще более горячих глубин Солнца. Идет перемешивание фотосферы, подобно кипящей воде в чайнике. Такой процесс называется **конвекцией**.

Конвекция, начинаясь в фотосфере, идет до глубины в 100 тысяч километров. В этой конвективной зоне в результате непрерывного перемешивания происходит переход от многомиллионноградусной солнечной глубины к сравнительно прохладной поверхности (если только слово «прохладно» можно применить к температуре в 8000 градусов, до которой охлаждается газ в верхней части конвективной зоны).

Конвективная зона постепенно переходит в еще более глубокий слой — область **лучистой зоны**, которая охватывает центральное солнечное **ядро**. В лучистой зоне газы, вырабатываемые в ядре, перемещаются более спокойно, и происходит передача лучистой энергии изнутри наружу — послойно.

Центральная область — **ядро**. Его диаметр составляет треть диаметра Солнца. Здесь все бурлит, при температуре в 14—20 миллионов градусов водород превращается в гелий. При таких невообразимо высоких температурах, как внутри Солнца, любое вещество находится в состоянии, которое называется **плазмой**. Слово «плазма» употребляется чаще всего в работах по ядерной физике. Что общего у ядерной физики и науки о Солнце? Оказывается, обще-

го очень много. Потому что с точки зрения физики Солнце — это сверхмощный природный **ядерный реактор**, и слава Богу, что Земля находится от него на безопасном расстоянии.

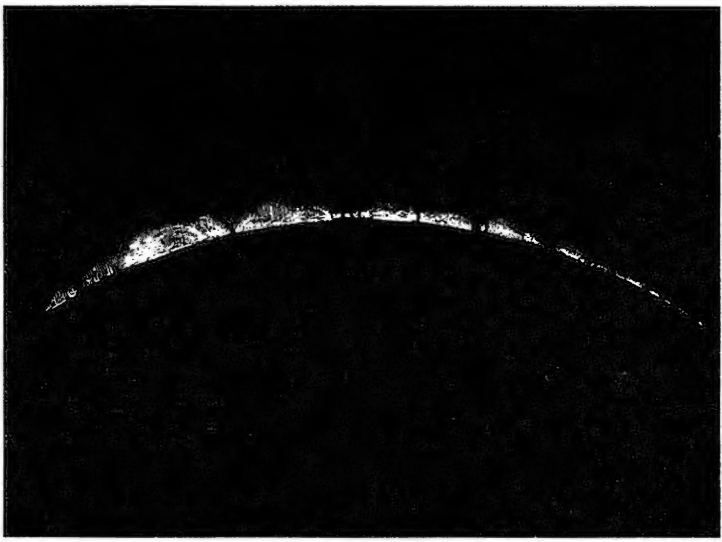


Причина выброса колоссального количества энергии — ядерная реакция, в результате которой атомы водорода превращаются в атомы гелия

Солнечный ядерный реактор работает уже миллиарды лет, превращая в энергию то вещество, из которого и состоит. Каждую секунду четыре миллиона тонн солнечного вещества рассеиваются в пространстве в виде различных излучений — светового, теплового, ультрафиолетового, рентгеновского и других. Но и при столь огромном расходе солнечного вещества наше светило продолжает работать так же интенсивно и по расчетам специалистов будет продолжать свою работу еще многие миллиарды лет.

ПЛАМЕННАЯ АТМОСФЕРА

Рассмотрим атмосферу Солнца. **Фотосфера**, о которой говорилось в предыдущем разделе, служит границей между собственно Солнцем и солнечной атмосферой. Поэтому фотосферу



Хромосфера

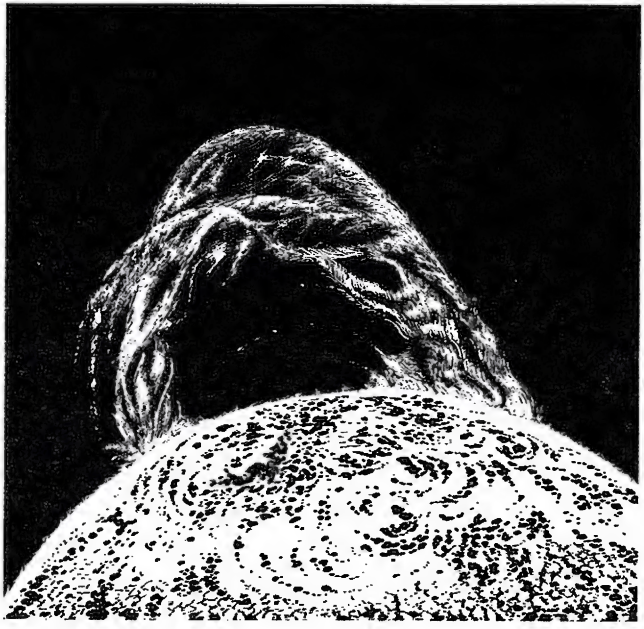
называют как оболочкой Солнца, самым верхним его слоем, так и нижним слоем солнечной атмосферы.

Над фотосферой располагается **хромосфера** (от «хромос» — цвет), которая бывает видна во время полных солнечных затмений. В тот момент, когда земной наблюдатель видит солнечный диск полностью закрытым Луной, по окружности черного диска виден окаймляющий его розовый или оранжевый ободок. Это и есть хромосфера. В сильный телескоп можно видеть, что края наблюдаемой хромосферы неровны, время от времени там образуются огромные извивающиеся языки пламени, взрывы, струи, завихрения — все то, что называется общим словом **протуберанцы**. Их размеры — сотни ты-

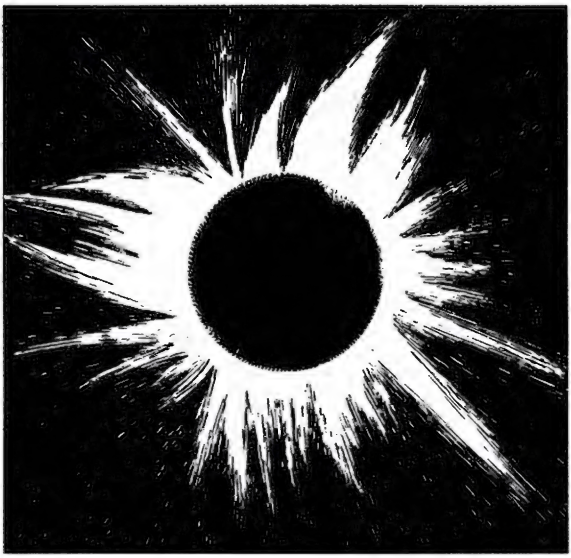
сяч километров. А это, между прочим, сравнимо с расстоянием от Земли до Луны.

Хромосфера — гораздо более разреженная область солнечной атмосферы, чем фотосфера. Температура в хромосфере значительно возрастает. Правда, нагрета хромосфера очень неравномерно — в одном месте до 7—10 тысяч градусов, но встречаются вкрапления и с температурой до 30 тысяч градусов.

А еще дальше, точнее, выше — **солнечная корона**. Это действительно царская корона властелина планетной системы, представляющая собой великолепное зрелище жемчужного лучистого сияния! Кстати, стоит сравнить



Протуберанец



Солнечная корона

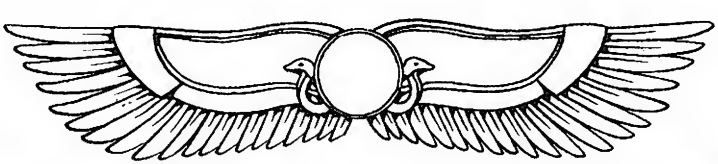
фотоизображение солнечной короны с «крылатым диском» Древнего Египта, символизирующим бога Атона. Сходство достаточно очевидно. А если так, то, возможно, египетским жрецам знаком был вид солнечной короны.

В солнечной короне температура газов доходит до двух миллионов градусов. При такой температуре и разреженности частицы движутся с огромными скоростями. В отличие от земной атмосферы солнечная корона образована электронами и заряженными атомами — ионами. Эти частицы, **корпускулы**, вырываются в межпланетное пространство, образуя поток горячей разреженной плазмы — **солнечный ветер**. Этот ветер представляет собой продолжение солнечной атмосферы.

А если так, то атмосфера Солнца настолько обширна, что трудно даже установить ее пределы. Многие астрономы считают, что и наша Земля, и внутренние планеты (Меркурий, Венера) охвачены солнечной атмосферой. Ведь как бы разрежена ни была атмосфера Солнца вокруг планеты, она все равно остается солнечной атмосферой. Известный астроном **Феликс Юрьевич Зигель** даже утверждал, что мы живем внутри Солнца! Потому что он рассматривал Солнце и все его слои в целом, считая, что и атмосфера тоже часть Солнца. А разве не так?

Вернемся к фотосфере. Это самая холодная область Солнца, хотя, конечно, трудно применять слово «холод» к температурам в 4—8 тысяч градусов. Но в науке, да и не только в науке, все познается в сравнении. Так вот, и температура в 4 тысячи градусов — это «холод» в сравнении с температурой в 10 тысяч градусов. Так же, как наши зимние среднерусские минус 25 — это «тепло» по сравнению с якутскими температурами в минус 60. Все относительно!

Оказывается, самые «холодные» места в области фотосферы заметны и в телескоп. Эти места более темные, чем окружающая по-



Крылатый диск Атона

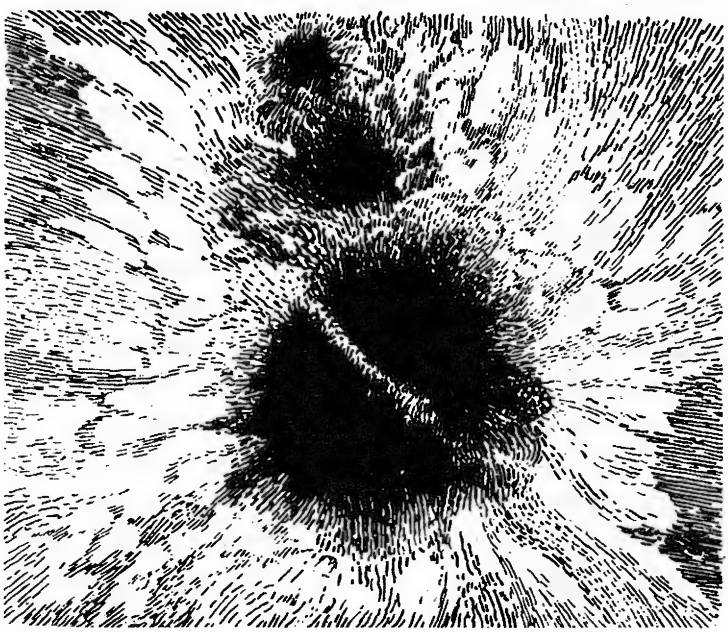
верхность, они выглядят даже почти черными. Это — **солнечные пятна.** Да, и на Солнце есть пятна. Ничего особенного — такова звездная жизнь!

ПЯТНА НА ЛИКЕ БОЖЕСТВА

То, что на Солнце бывают видны пятна, люди замечали давно. В китайских летописях более чем 2300-летней давности это явление называлось «стаями птиц на диске светила». А в русской Никоновой летописи за 6879 год от сотворения мира (1371 от Рождества Христова) записано: «Того же лета бысть знамение в Солнце, места черны по Солнцу, аки гвозди...» Так что явление это известное. Но одно дело — видеть и знать, и совсем другое дело — сказать об это вслух, да еще перед высшими персонами католической церкви. И сделал это все тот же возмутитель спокойствия — великий **Галилей.** Он заявил, что это не кажущиеся, а действительные явления на поверхности светила. Если отчетливо видно, как эти пятна перемещаются по солнечному диску в одном и том же направлении, с постоянной скоростью — это значит, что в действительности не пятна движутся, а само Солнце вращается вокруг своей оси, как Земля и другие планеты.

Наибольшие пятна видны даже невооруженным глазом (через темное стекло или негу-

стое облако). Мельчайшие пятна, «поры», видны только в телескоп. В крупном пятне легко различаются темное центральное ядро — тень и более светлая кайма — полутень. Тень выглядит равномерно темной, а на полутени видны расходящиеся светлые полоски — **волокна.** Конечно, темными солнечные пятна кажутся лишь на фоне ослепительно яркой фотосферы. На самом деле их температура всего на 1500 градусов ниже, то есть примерно 4500 °С. Если бы какое-нибудь небесное тело состояло сплошь из таких пятен, оно казалось бы почти таким же ярким, как Солнце.



Солнечное пятно

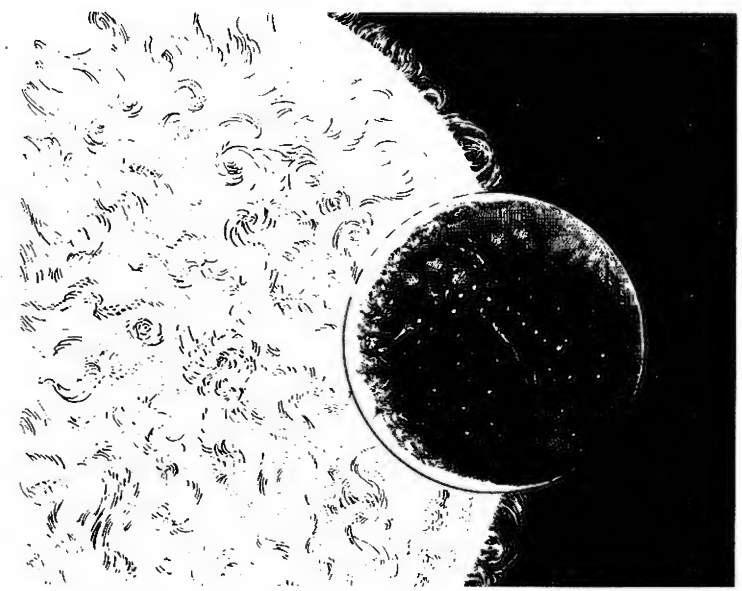
Но если бывают пятна, видимые невооруженным глазом, значит, размеры их очень велики. Средние по величине пятна имеют в поперечнике более 40 тысяч километров. Встречаются и пятна покрупнее — размером до 200 тысяч километров. Можно представить, что это за «пятнышки», если они в несколько раз больше диаметра Земли!

Пятна появляются и исчезают, а за время своего существования они непрерывно меняют форму и размеры. Обычно продолжительность существования пятна исчисляется сутками, реже — неделями. Известны случаи, когда некоторые пятна сохранялись на протяжении нескольких оборотов Солнца. А время оборота Солнца, как известно, равно 27 земным суткам.

Кроме пятен на поверхности Солнца наблюдаются так называемые **факелы**. В отличие от пятен они выделяются на фоне фотосферы как более светлые облачка неправильной формы. Факелы так же изменчивы по форме и размерам, как пятна. Это, можно сказать, «пятна наоборот». Факелы и встречаются-то обычно поблизости от пятен. Их температура выше фотосферной на 100—300 градусов. Факелы соединяют верхние слои фотосферы с солнечной атмосферой, образуя в ней свои продолжения — **флоккулы**, достигающие в длину сотен тысяч километров. Флоккулы — это своего рода облака в солнечной атмосфере.

ГДЕ СУТКИ ДЛЯТСЯ ДОЛЬШЕ ГОДА

Планета **Меркурий** — самая близкая к Солнцу и отстоит от него на 58 миллионов км, или 0,39 а.е. Диаметр Меркурия — 4860 км. Это значит, что по своим размерам он ненамного больше Луны. Сходство с Луной еще и в том, что когда Меркурий находится справа или слева от Солнца, он имеет вид серпа или неполного диска. На Меркурии нет смены времен года, потому что ось планеты не наклонена, как земная. Плотность планетного вещества практически равна земной. Масса Меркурия составляет $^1/_{20}$ массы Земли, а сила тяготения на этой планете в 2,5 раза меньше, чем на Земле.

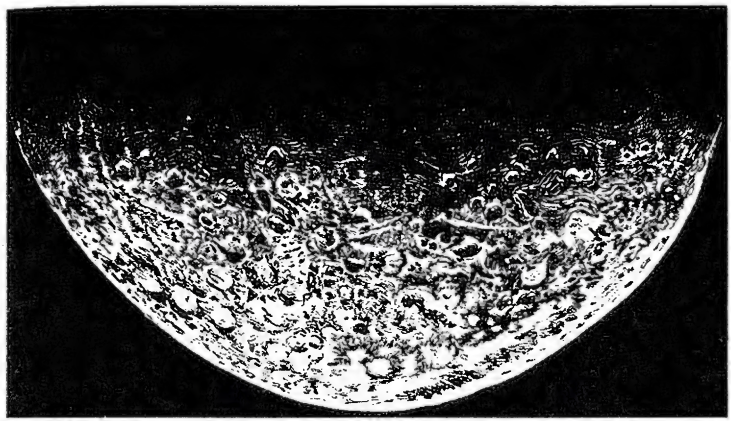


Меркурий

Год Меркурия длится 88 земных суток, то есть в четыре с небольшим раза короче земного года. Зато собственное вращение очень медленное: полный оборот вокруг своей оси относительно Солнца (солнечные сутки) соответствует 176 земным суткам. И в то же время звездные сутки (период вращения относительно звезд) равны 59 земным. Воображаемый космонавт, оказавшийся на этой планете, увидел бы странные картины: Солнце то останавливается на небосводе, то возвращается назад, а в некоторых зонах планеты восходы и заходы Солнца наблюдаются дважды за одни сутки, причем как на востоке, так и на западе. А поскольку солнечные сутки там тянутся два местных года, то при составлении календаря для Меркурия очень легко запутаться.

Средняя температура поверхности равна +330 °С. Из-за близости Солнца (а Меркурий в два с половиной раза ближе к нему, чем Зем-

Луна



Полушарие Меркурия

ля) дневная сторона Меркурия прогревается до температур 290—420 градусов Цельсия. Даже раскаленная на плите сковорода холоднее поверхности Меркурия! Зато на ночной стороне царит жуткий холод — температура падает до минус 173 градусов.

Атмосферное давление на Меркурии в 300 раз меньше, чем на Земле. То есть атмосфера практически отсутствует. Такие условия совершенно непригодны для жизни. Это тоже роднит Меркурий с Луной. Да и фотоснимки его так похожи на лунные, что даже специалист не сразу их различит. Межпланетная станция **«Маринер-10»** в 1974 году передала на Землю множество фотографий поверхности Меркурия, что дало возможность построить глобус планеты и напечатать подробнейшие карты — более точные, чем карты некоторых участков на Земле. Весь Меркурий

густо испещрен кратерами, такими же круглыми, как лунные, и очень похожи на лунные его «моря» и долины. Естественно — ведь поверхности обеих планет формировали вулканические извержения и бесчисленные удары больших и малых метеоритов. И не было плотной атмосферы, которая предотвратила и смягчила бы эти жестокие небесные удары.

ПОД ЗНАКОМ ГЕРМЕСА

Почему эта маленькая планета называется **Меркурием**? Этим именем в Древнем Риме звали бога, который считался покровителем всех профессий, где нужны были такие качества, как быстрота движения, ловкость, хитрость и скрытность. Ему приносили жертвы торговцы, воры, борцы и мореплаватели. В химии Меркурий был символом ртути — подвижной и неуловимой. В греческой мифологии этого хитрого и скрытного бога звали **Гермесом**. Отсюда и слово «герметичный» — закрытый, таинственный, секретный. Древнегреческий Гермес ведет, возможно, происхождение от египетского культа бога Тота как хранителя тайного знания.

Изображали Гермеса-Меркурия в виде бегущего юноши с крылышками на шлеме и сандалиях, с кошельком в одной руке и змееобразным жезлом (кадуцеем) в другой. В наше время кадуцей служит символом Меркурия в

астрологии. А в алхимии знак Меркурия был символом **ртути** — единственного металла, который в нормальных земных условиях находится в жидком состоянии. Шарики пролитой ртути быстро перекатываются по любой поверхности, и их очень трудно собрать. Еще в XIX веке ртуть в России называли «меркурием».

Гермес

Небесный Меркурий заслуженно носит имя шустрого и скрытного античного божества. Но вряд ли мифический Меркурий смог бы угнаться за Меркурием небесным, потому что скорость этой планеты — 48 километров в секунду. Это в 50 раз быстрее пули! «Счастлив астроном, видевший Меркурий» — поговорка не случайная. Говорят, даже Коперник не удостоился этого «астрономического счастья». Лучше всего наблюдать Меркурий, когда он находится справа или слева от Солнца. Тогда он выглядит сравнительно яркой желтоватой звездой. А когда видимая часть Меркурия освещена полностью, он оказывается на противоположной от Земли стороне Солнца и плохо виден из-за большой удаленности.

«ВЕСПЕР ЗОЛОТОЙ»

Венера — наша соседка, ближайшая к Земле планета Солнечной системы. Ее расстояние от Солнца — 108 миллионов км, или 0,72 а.е. У Венеры много общего с нашей планетой: диаметр 12100 км (почти как у Земли), плотность планетного вещества ненамного меньше (0,95) плотности земной материи. Масса Венеры всего в 1,2 раза меньше массы Земли, а сила тяготения лишь на 10 процентов слабее «тяги земной». Ось вращения Венеры почти не наклонена, и поэтому на планете нет смены времен года.

Венеру невозможно не увидеть и не выделить из всех светил, воспринимаемых нами как звезды. Она выходит на небо сразу после солнечного заката, когда еще светло, и плавает в лучах вечерней зари. Или утром, когда все звезды гаснут, она одна долго еще продолжает светить и остается до самого восхода Солнца. Поэтому в старину ее принимали за два разных светила, похожих друг на друга: утренняя Венера носила имя **Веспер** (Фосфор, Гесперр), а вечерняя — **Люцифер**. Венера выглядит самой яркой и красивой звездой, сияющей мягким белым светом, иногда с голубовато-зеленоватым оттенком. Ее загадочный блеск вдохновлял поэтов. Вот широко известные лирические строки:

В голубом небесном поле
Ходит Веспер золотой...

(А. С. Пушкин)

Над черным носом нашей субмарины
Взошла Венера, странная звезда...

(К. М. Симонов)

Наверное, нет другой планеты, у которой было бы столько имен и титулов. На Руси ее звали **Денницей**, как и утреннюю зарю. У астрономов Древней Эллады для нее было имя **Афродиты** — богини любви и красоты, которая могла усмирить даже грубого агрессивного **Ареса (Марса)** — бога войны. Римляне называли эту богиню и соответственно планету Венерой. У тюркских народов красавица-планета носит женское имя **Чулпан**, от которого, возможно, происходит и название цветка «тюльпан». Но и в более глубокой древности чарующее зрелище утренней и вечерней яркой немигающей звезды вызывало в сознании людей образы **Иштар, Астарты, Изиды** — женских божеств, олицетворявших любовь и красоту. Действительно, нет среди видимых нами планет более, чем Венера, яркой, красивой и любимой людьми всех времен, рас и народов.

Статуэтка Афродиты Эреклея

Иштар

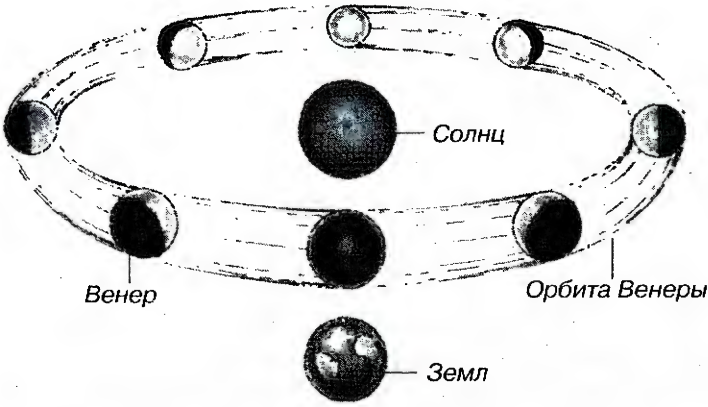
Но яркость Венеры и близость ее к Земле не только украшают небо. Благодаря этим качествам люди давно — со времен Галилея — знают, что у Венеры есть **фазы**, как у Луны. Галилей же, пока не убедился в правильности своего вывода, хранил запись о нем в зашифрованном виде. Но даже расшифрованный текст не каждому был понятен: «*Мать любви подражает видам Цинтии*» (мать любви — Венера, а Цинтия — одно из древних названий Луны). Человек с очень острым зрением может увидеть фазы Венеры и без телескопа.

«...ОКРУЖЕНА ЗНАТНОЙ ВОЗДУШНОЙ АТМОСФЕРОЙ»

По скрытности характера Венера мало уступает Меркурию. Когда она проходит так близко от Земли, что ее узкий серп виден даже в обыкновенный бинокль, большая часть поверхности затемнена. А в пору «полновенерия» она отстоит от нас в шесть раз дальше, да еще и плохо видна в лучах Солнца.

Венера вся покрыта густым слоем облаков. Именно белые облака Венеры хорошо отражают солнечный свет и делают ее самым ярким светилом ночного неба Земли. И эта же густая белая облачность долго не давала возможности астрономам определить период ее вращения. Сколько длятся венерианские сутки? Выяснить это можно, лишь определив, за сколько времени делает полный оборот какой-нибудь неподвижный объект на планете — вулкан, кратер, трещина... Но тут — сплошная белая облачность: глазу не за что зацепиться! Одно время даже предполагали, что Венера постоянно обращена к Солнцу одной стороной, как Луна к Земле.

Только радиолокационные наблюдения позволили установить, что звездные сутки Венеры (период вращения вокруг своей оси относительно звезд) равны 243 земным. Это очень близко к продолжительности ее года, который длится 225 земных суток. А полный оборот Венеры вокруг своей оси относительно Солнца



Фазы Венеры

(солнечные сутки) происходит за 117 земных суток. Это значит, что в венерианском году менее двух своих суток. При этом вращается Венера не так, как наша Земля и все планеты от Меркурия до Сатурна, а в обратном направлении. Странная планета!

Время от времени можно увидеть, как Венера проходит по солнечному диску, и тогда сама планета на фоне дневного светила выглядит черным кружком. Впервые ученые наблюдали это в 1761 году. Интересно, что в тот год более двухсот астрономов из разных стран мира тщательно готовились к наблюдению этого редкого небесного явления. Но так получилось, что большинству астрономов помешали то капризы погоды, то неполадки с приборами. Некоторых ученых сбило с толку, что ожидаемый черный диск Венеры окружен каким-то тонким светящимся ободком. Впервые

и неожиданно обнаруженный, этот ободок многим помешал засечь точное время касания Венерой края Солнца.

И только «архангельский мужик», он же великий русский ученый-энциклопедист **М. В. Ломоносов,** глядя из окна своего дома в самодельный телескоп, ухитрился провести тогда все точные измерения и описания. Вот что он записал в журнале наблюдений: «Появился на краю Солнца пупырь, который тем явственней учинился, чем ближе Венера к выступлению приходила». А зарисовав светящийся ободок, он сделал вывод: «...Венера окружена знатной воздушной атмосферой,

Облачные вихри в атмосфере Венеры

таковою (если не больше), какова обливается около нашего шара земного».

Следующее прохождение было в 1769 году. Английская академия наук поручила его наблюдение знаменитому мореплавателю капитану Куку, рассчитывая, что в океанских просторах Южного полушария наиболее благоприятные для этого условия. Но погода капризна не только в «туманном Альбионе». А в шторм капитану не до Венеры... К сведению любознательных: ближайшие прохождения Венеры по диску Солнца будут в 2004 и 2012 годах. Не упустите, а то придется ждать еще больше ста лет!

«НА ВЕНЕРЕ, АХ, НА ВЕНЕРЕ...»

На далекой звезде Венере
Солнце пламенней и золотистей.
На Венере, ах, на Венере
У деревьев синие листья.

Н. С. Гумилев

Хотя Венера дальше от Солнца, чем Меркурий, это не делает климат на ней более прохладным. Правда, минусовые температуры на Венере постоянно фиксируются (от −35°С до −57°С), но это свойственно только наружной поверхности облачного слоя. Вот этот самый облачный слой долго вводил в заблуждение ученых и писателей-фантастов.

Те и другие допускали, что под облаками Венеры вполне возможны такие климатиче-

ские условия, как на Земле в каменноугольный период — влажная, богатая углекислым газом атмосфера, идеальная для развития растительного мира планеты.

«Планета Бурь» — фантастическая повесть **Александра Казанцева**, также назывался и кинофильм начала шестидесятых годов. Там Венера показана юной планетой, подобной Земле в эпоху динозавров. Колонизации Венеры людьми посвящали свои сочинения английские и американские фантасты. Некто Джордж Адамски даже написал, как экипаж «летающей тарелки» свозил его на Венеру и обратно. Всем хотелось, чтобы на соседней с нами планете, так похожей внешне на Землю, была бы хоть какая-нибудь жизнь.

Но автоматические космические станции передавали на Землю все более подробные и точные сведения о Венере. В 1967 году советская **«Венера-4»** в течение 4 часов передавала сведения об атмосфере планеты. **«Венера-7»** (1971 г.), раскалившись до 11 000 градусов, все же совершила мягкую посадку на ночную сторону планеты. В месте посадки были зарегистрированы температура 470 °С и давление 90 атмосфер. В 1972 году отечественная **«Венера-8»**, опустившись уже на дневной стороне Венеры, показала те же данные о температуре и атмосферном давлении. При такой температуре плавятся некоторые металлы — олово, свинец и даже цинк. Кстати, некоторые ученые всерьез высказывают предположение, что на Ве-

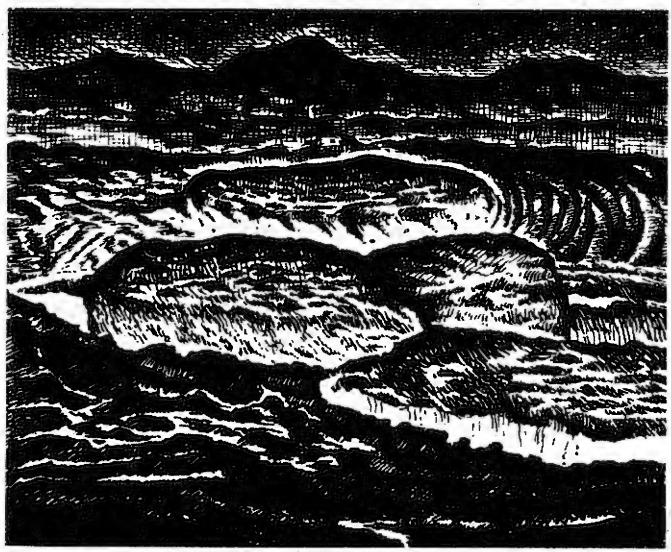
нере могут быть участки поверхности, на которых эти металлы, сверкая подобно ртути, текут ручьями и реками, образуют озера. Обнаружены на Венере также кратеры диаметром от 35 до 160 километров. Предполагается, что они имеют вулканическое происхождение, так как плотная атмосфера планеты надежно защищает ее поверхность от метеоритных десантов.

До сих пор нет полной ясности в отношении облаков над Венерой. Прежние предположения, что они могут состоять из водяных капель или кристаллов, не оправдались. В настоящее время ученые обсуждают предположение, что основное вещество облаков — водный раствор серной кислоты в виде мелких капель. У облачного покрова Венеры есть еще одна странная особенность: он вращается вокруг оси планеты с постоянной скоростью в четверо суток, в направлении с востока на запад. Это было установлено данными американской автоматической станции **«Маринер-10»** в 1974 году. Такое движение верхнего слоя облаков вызвано сильным ветром, скорость которого на экваторе планеты достигает 100 метров в секунду.

Но при всех странностях венерианских облаков и туч поверхность планеты не погружена в вечный сумрак. Самый толстый слой облаков окутывает планету, оставляя свободное пространство высотой 50—60 км. На более низких уровнях плавают лишь облака в виде легкой дымки или тумана. Поэтому на дневной стороне Венеры достаточно светло — по

крайней мере не темнее, чем на Земле в пасмурный день.

Это стало известно в 1975 г., когда искусственные спутники планеты наши **«Венера-9»** и **«Венера-10»** доставили на ее поверхность спускаемые аппараты, которые с помощью космических телекамер впервые передали на Землю венерианскую фотопанораму. До этого некоторые ученые предполагали, что поверхность Венеры может оказаться жидкой. Как оказалось, Венера — планета твердая. Это было отчетливо видно на переданных фотографиях. Потом были **«Венера-16»** (1983 г.), **«Вега-1»** и **«Вега-2»** (1985 г.)... Были уточнены данные об атмосфере планеты. Она состоит в основном из углекислого газа и плотнее земной почти в 60 раз.



Поверхность Венеры

Как оказалось, атмосфера Венеры обладает интересными свойствами, которые серьезно затруднили бы космонавтам ориентирование. Из-за большой плотности и чрезвычайно высокой температуры световые лучи в атмосфере так искривляются, что видимый горизонт находится не далее 50—100 метров от съемочной аппаратуры или потенциального наблюдателя. То есть в дневное время суток на Венере всегда существуют условия, которые на Земле возникают лишь в раскаленной пустыне и создают различные миражи. Луч света в атмосфере Венеры как будто достает из-за горизонта далекий пейзаж и так приподнимает его, что делает хорошо видимым. Говорят даже, что в условиях особо жаркого дня и прозрачной атмосферы световые лучи могут, обогнув шар планеты, показать наблюдателю его самого — вид сзади.

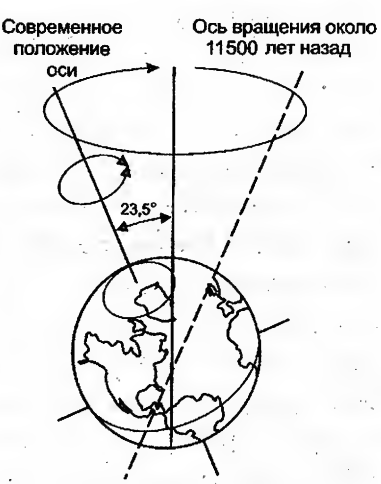
Но тем не менее сегодня ни фантасты, ни космонавты больше не мечтают о планете-красавице... И совсем не потому, что Солнце там всходит на западе, сутки тянутся дольше года, а густая облачность редко дает возможность любоваться небом необычного оранжево-желтого цвета.

Под этими вечными облаками безжизненная каменистая почва раскалена до 400—500 градусов Цельсия, а давление адской ядовитой атмосферы, состоящей из углекислого газа с парами серной кислоты, почти в сто раз больше, чем на Земле.

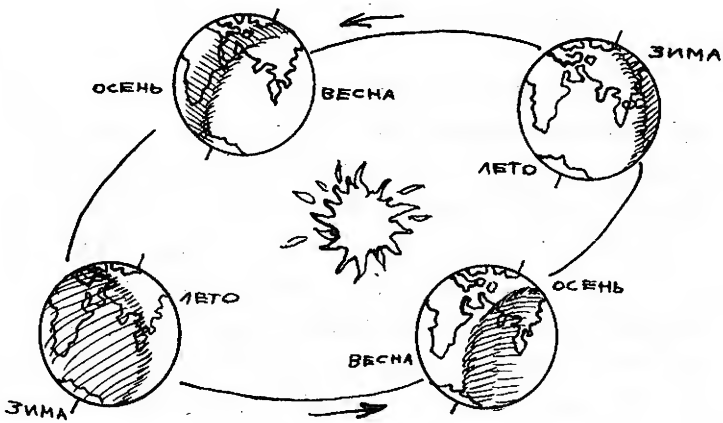
ПЛАНЕТА КАК ПЛАНЕТА

Третья планета Солнечной системы — наша Земля. Ее удаление от Солнца — 150 миллионов км, или 1 а.е. Далеко это или близко? Наверное, все-таки далеко, если даже свет от Солнца идет до Земли 8 минут. Это значит, что мы видим солнечный диск, как он выглядел восемь минут назад. Диаметр Земли 12 740 км. Средняя плотность планетного вещества (которое объединяет в себе камни, воду, почву, пески, глины, угли, нефть, газ, руды — короче, все, что есть) — 5520 кг/куб. м. Объем планеты — 1 100 миллиардов куб. км. Масса Земли составляет 6 000 000 000 000 миллиардов тонн. У Земли один спутник — Луна.

Звездные и солнечные сутки (период вращения вокруг своей оси) — 24 часа. Привычная величина? Конечно! А между тем такое вращение означает, что человек, проживающий в районе экватора, совершает (вместе с домом, дорогой и всем окружающим ландшафтом) стремительное круговое движение со скоростью 465 м/с. Это всего в два раза



Ось вращения Земли



Схемы смены времен года

меньше скорости артиллерийского снаряда. А скорость обращения Земли (вместе с нами, людьми) вокруг Солнца — 30 км/с, что уже почти вчетверо быстрее искусственного спутника Земли.

Земной год длится 365 суток. Земная ось наклонена к плоскости орбиты под углом в 23,5 градуса. Поэтому при обращении вокруг Солнца Северное и Южное полушария обогреваются неравномерно. Когда Северный полюс около трех месяцев обращен к Солнцу, в Северном полушарии лето, а в Южном — зима. И напротив — разворот Земли к Солнцу Южным полюсом приносит на север зиму. В период полярного лета солнечный диск несколько недель не опускается за горизонт, а полярная зима становится долгой полярной ночью. Средняя температура поверхности — около плюс 7 °С. Атмосфера состоит в основном из

азота, кислорода и углекислого газа. В атмосфере содержится много водяного пара.

Поверхность планеты Земля почти на $^3/_4$ покрыта водой. Водный покров Земли составляют четыре океана — Тихий (Великий), Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый, а также множество морей, рек и озер. Суша Земли — это пять континентов: Евразия, Африка, Америка, Австралия с Океанией и Антарктида, или шесть материков (Евразию географы условно делят на Азию и Европу). Средняя высота материков над уровнем моря — 860 м. Средняя глубина океанов — 3700 м.

Высочайшие горные системы Земли: Гималаи, Куньлунь, Памир, Гиндукуш и Тянь-Шань в Азии, Кавказ и Альпы в Европе, Аляскинский хребет и Кордильеры в Северной Америке, Анды в Южной Америке, Восточно-

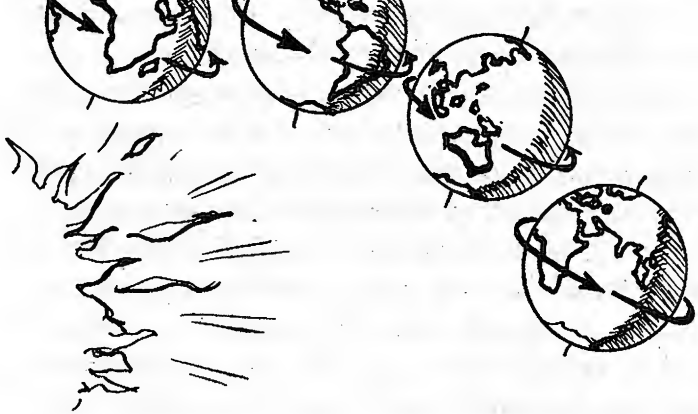


Схема вращения Земли и смена суток

Африканское плоскогорье, Элсуэрт в Антарктиде, Австралийские Альпы. Высочайшая вершина — Джомолунгма (Сагарматха, Эверест) в Гималаях высотой 8850 м. Наибольшая глубина — в Марианской впадине Тихого океана (11 000 м).

Температура воздуха на планете Земля изменяется в довольно широких пределах. Самая высокая температура была зафиксирована в Ливии (Африка). В 1922 году термометр в тени показал плюс 58 °С. Самая низкая температура — в Антарктиде, где экспедиция 1983 г. зафиксировала минус 89 градусов. Зимняя температура в минус 60 °С — не редкость в Якутии, а для Сибири зима без сорокаградусных морозов — не зима.

ГЛАВНАЯ ОСОБЕННОСТЬ ЗЕМЛИ

Как нетрудно заметить, на планете Земля есть **Жизнь**. А что такое Жизнь?

Наверное, не было для философов всех времен более трудного вопроса. Иначе давно был бы дан четкий, определенный ответ, не требующий никаких уточнений и дополнений. Но такого ответа наука до сих пор не дала. На этот сложнейший вопрос пытались и пытаются ответить многие ученые. Еще с 1907 г. известна гипотеза шведского химика **Сванте Аррениуса** о **панспермии**, по которой жизнь была занесена на Землю из космоса. Аррениус предпо-

лагал, что микроскопические **споры** простейших организмов переносятся с планеты на планету космической пылью. Пылинки движутся в космическом пространстве с огромной скоростью, подгоняемые солнечным ветром. Споры микроорганизмов, выдерживая космические температуры и излучения, служат семенами жизни во Вселенной.

В 1970-е годы гипотезу Аррениуса поддержали Нобелевский лауреат **Ф. Крик** (Великобритания) и профессор **Л. Оргел** (США). Они дополнили ее предположением, что **осеменение** планет производится не хаотично, а целенаправленно. Источник его — высокоразвитые цивилизации, существовавшие миллиарды лет назад на планетах других солнц и звездных систем. Зная о неизбежности своего конца, они запустили в просторы Вселенной вечные **«семена жизни»**. Красивая и смелая гипотеза. Но если даже принять ее без критики, на веру, остается без ответа основной вопрос: а сами-то споры, «семена жизни», откуда взялись?

Наш отечественный биохимик академик **А. И. Опарин** предложил гипотезу, отвечающую именно на вопрос, как живое образовалось из неживой материи, причем не где-то в просторах Вселенной, а на нашей планете Земля. Согласно Опарину, первичная атмосфера Земли состояла из водяных паров, углекислого газа, метана, аммиака и сероводорода. Ультрафиолетовое излучение и атмосферное электричество в виде молний способствовали обра-

зованию в атмосфере таких молекул, которые, попадая в теплый первичный океан, превращали его в **«питательный бульон»**. В «бульоне» шли химические реакции, в результате которых возникали **коацерваты** — капли вещества, обладавшего некоторыми свойствами живой материи. А дальнейшее усложнение молекул приводило к возникновению жизни.

Современная наука считает, что жизнь возникла в результате не поддающегося исчислению количества химических и биохимических реакций в течение миллиардов лет. Можно ли представить себе, сколько вариантов надо было перебрать, чтобы в результате полученное вещество обнаружило главный признак живого — способность к самовоспроизведению? Чтобы начался процесс, называемый жизнью — постоянный рост упорядоченности, то есть борьба порядка с беспорядком, системы с хаосом, распадом, смертью. Ведь жизнь есть постоянное преодоление смерти через самовоспроизведение живого. Но если представить себе весь этот перебор миллиардов и миллиардов вариантов (элементов, веществ, реакций, температур, давлений, составов атмосферы, влаги, электрических, магнитных величин и т. д.), да еще в течение миллиардов лет, то можно ли прийти к выводу, что возникновение жизни — случайное событие?

В последнее время люди науки все чаще приходят к убеждению, что возникновение жизни не может быть случайным явлением. В этом

убеждают даже математические расчеты. Есть такой раздел математики — теория **вероятностей**. Эта теория изучает, в числе прочего, и случайные процессы. Например, **вероятность** того, что подброшенная монета упадет орлом вверх, равна $^1/_2$. Конечно — ведь у монеты всего две стороны! А при бросании шестигранной игральной кости (кубика) вероятность выпадения каждой из сторон равна $^1/_6$. Но если бросают сразу два кубика, то вероятность выпадения на них одинаковых чисел будет равна $^1/_{36}$, потому что вероятности перемножаются. Короче говоря, чем больше возможных вариантов, тем меньше вероятность события. Так вот, была подсчитана и вероятность того, что сложная белковая молекула (основа зарождения жизни) образовалась совершенно случайно. Эта вероятность равна единице, деленной на число, выражаемое единицей со 100 нулями. Но это значит, что *вероятность случайного возникновения простейшего живого существа практически равна нулю!* А отсюда следует, что для возникновения жизни необходимо волевое, творческое начало...

Итак, на Земле есть Жизнь, и это главная особенность нашей планеты. Не считая простейших форм, на Земле обитают царства растений, грибов и животных. В царство животных входят несколько классов, в том числе млекопитающие. Среди млекопитающих заметно выделяется отряд приматов. В отряде приматов обращает на себя внимание семейство **Homo Sapiens — человек разумный.**

За несколько тысячелетий семейство «человека разумного» освоило земледелие и животноводство, создало письменность, государства, технологии, множество разнообразных национальных культур, занимается искусствами и науками. Население Земли составляет более 6 миллиардов человек. Самые населенные страны мира: Китай — 1 миллиард 200 миллионов человек, Индия — 1 миллиард человек. Самые обширные страны: Россия — 17 миллионов кв. км, Канада — 10 миллионов кв. км, Китай — 9600 тысяч кв. км, США — 9400 тысяч кв. км.

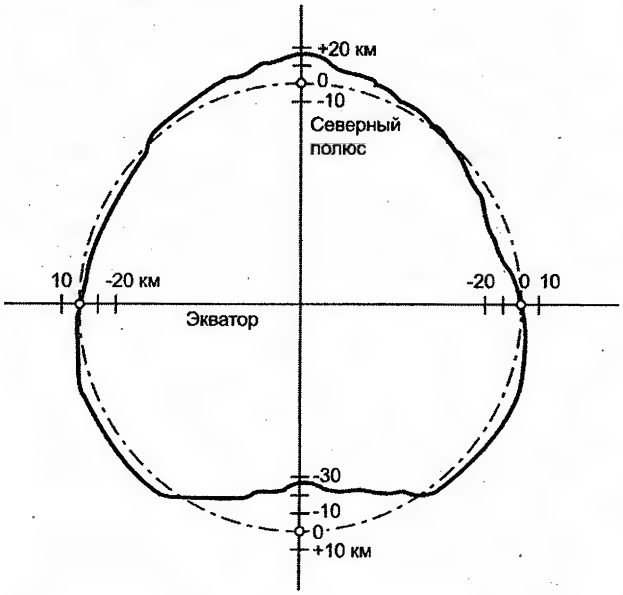
Развитие науки и техники позволяет человечеству получать знания об окружающей природе, в том числе о животных и растениях, морях и реках, лесах и степях своей планеты Земля, о Солнечной системе и всей Вселенной. И конечно же, о себе, любимом. Исследование человеком окружающего и своего внутреннего мира продолжается, пока на Земле существует человечество. Для этого и был сотворен человек.

КАК УСТРОЕНА ЗЕМЛЯ

Как известно, наши предки обожествляли Землю, называли ее матерью («Мать Сыра Земля»), кормилицей. Но чтобы кормиться от плодов земных, необходимо возделывать почву — пахать, вскапывать, бороновать... И лю-

ди, начиная полевые работы, просили прощения у Земли-матушки — за то, что приходится наносить ей раны плугом или лопатой. Со временем человек стал все глубже проникать в земные недра — в поисках воды, руды, угля, нефти. Потом ученые заинтересовались — а что там, в земной глубине, ниже пластов угля и нефтяных бассейнов? И оказалось, что Земля-кормилица не просто огромный шар из камня, песка и глины. Планета Земля имеет очень сложное внутреннее строение. Настолько сложное, что и сейчас, в XXI веке, открыты далеко не все тайны земных глубин.

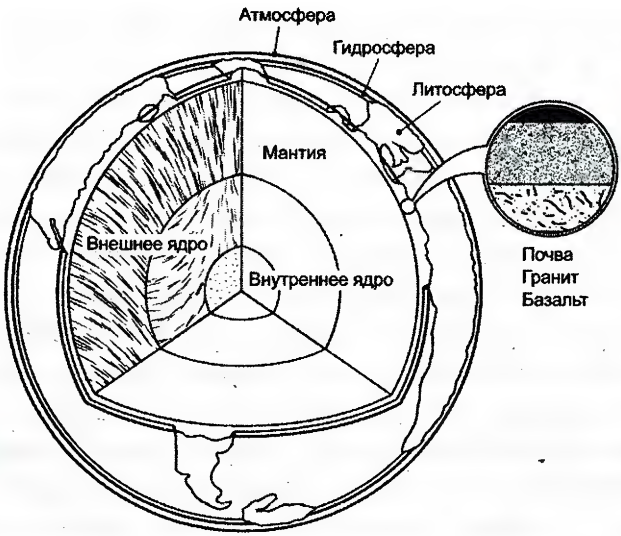
Представим себе земной шар... ну, не совсем шар. Точнее, совсем не шар. Если подходить



Геоид

строго научно, то придется признать, что Земля имеет довольно сложную форму. Настолько сложную, что в институтах, где обучают будущих астрономов-геодезистов (есть такая интересная профессия), несколько семестров изучается специальный предмет — **«теория фигуры Земли»**. За два с лишним столетия фигуре Земли присваивалось несколько наименований — сфероид, трехосный эллипсоид... И только во второй половине XX века, после проведения измерений с помощью искусственных спутников, была установлена истинная форма Земли — **геоид**. Если подбирать сравнения, то ближе всего окажется форма груши. Буквально же слово «геоид» означает «землеподобный». А что, правильно: больше всего Земля похожа на саму себя.

Но отклонения фигуры Земли настолько незначительны, что для географии, геологии и ряда других наук удобнее считать нашу планету шарообразной. А поэтому представим себе все-таки земной шар, но с большим надрезом, какой делает продавец арбузов, чтобы показать покупателям спелую мякоть с черными семечками. И тогда станет видно, что наша планета состоит из целого ряда слоев разной толщины. Внешний слой, или оболочка — это **земная кора**. Этот слой самый тонкий: на материках не более 70 км, а под океанами и того тоньше — до 10 км. Земная кора сверху покрыта плодородным слоем, то есть почвой. Вам наверняка приходилось видеть, как копа-



Строение Земли

ют колодцы, канавы и траншеи под фундаменты домов или трубы городских коммуникаций. Поэтому вы сами видели, из чего может состоять верхний слой земной коры — из глины, песка, гравия, перегноя...

Средний слой коры значительно толще — до 40 км. Он состоит из **гранита** — красивого зернистого камня, из которого делают гладкие полы в общественных местах, массивные стены, большие скульптурные памятники. Нижний слой, толщиной до 30 км, сложен из другой каменной породы — **базальта.** Все эти сведения не означают, что люди смогли спуститься до таких глубин и взять пробы. Даже самые глубокие шахты сегодня не проникают глубже 15 км. Изучение земных недр стало возможно благодаря науке

сейсмологии, которая исследует природу землетрясений и пытается их предсказывать. Но ученые-сейсмологи («землетрясологи») с помощью своих приборов не только регистрируют волны от землетрясений, но заодно определяют глубину и состав слоев земной коры.

Под земной корой залегает **мантия** — самый толстый (около 3000 км) слой кристаллической породы с температурой 2000—2500 °С, составляющий 0,8 всего объема Земли. В земной коре и верхних слоях мантии образуется **магма**. Мантия отделяет кору от земного **ядра**, которое состоит из двух частей. Внешняя часть ядра — жидкая оболочка, а внутренняя — собственно ядро — твердое тело радиусом 1250 км. Температура земного ядра более 5000 °С — почти как на Солнце, а в центральной части ядра доходит до величины 8000—9000 градусов...

В глубинах Земли постоянно идут радиоактивные процессы, от высоких температур металлы и даже камни плавятся, расплавленная лава — магма — ищет выходы на поверхность Земли. Как правило, «коридоры» для выхода магмы давно известны. Это — вулканические жерла. Когда магма поднимается к поверхности Земли, происходят извержения вулканов.

Самые известные и высокие действующие вулканы: Котопахи и Сангай в Эквадоре, Попокатепетль и Колима в Мексике, Ключевская сопка и Шивелуч у нас на Камчатке, Семеру на острове Ява в Индонезии и Этна в Сицилии (Италия).

ПРОЗРАЧНАЯ ОДЕЖДА ЗЕМЛИ

Так можно назвать газовую оболочку нашей родной планеты — **атмосферу**. Но при всей своей прозрачности земная атмосфера «работает» не как легкий газовый* шарф, а как полноценная сибирская шуба. Без этой шубы на поверхности Земли сменяли бы друг друга космический холод и адская жара, измеряемые сотнями градусов Цельсия с плюсом и минусом. Атмосфера служит и надежным скафандром, защищая Землю от града **метеоритов и космического мусора. Кислород** воздуха необходим для дыхания людей и животных, а **углекислый газ** поглощается растениями. Плавающие в атмосфере облака поливают земную поверхность водой.

Толщина всей атмосферы Земли — около 100 км. Ее масса составляет 5 миллионов миллиардов тонн. Атмосферное давление у поверхности Земли равно 1 кг/см^2, а на высоте 100 км — в миллион раз ниже. В нижнем слое, тропосфере, содержатся также водяные пары.

Земная атмосфера имеет слоистое строение. Мы живем на самом дне воздушного океана, в слое, называемом **тропосферой**, который простирается до высоты в 15 км. В тропосфере постоянно происходит перемешивание теплых

---

*Газ — название очень тонкой и прозрачной материи, идущей на изготовление дамских шарфов, косынок и т. д.

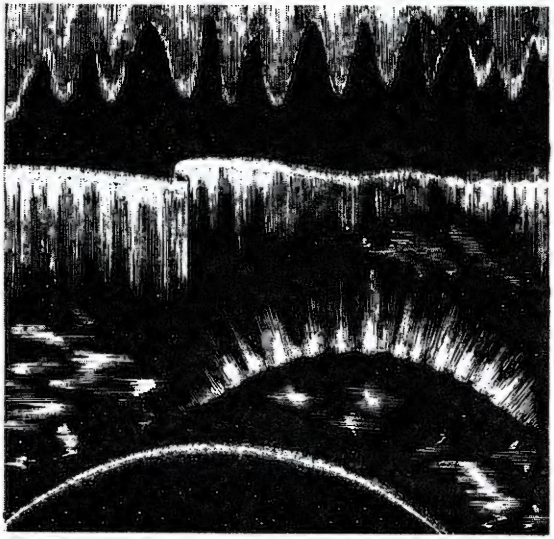
и холодных воздушных масс. Их движение воспринимается нами как ветер. Грозовые тучи, белые кучевые облака, легкие туманы над лугами и лесными полянами, дожди, бураны, град, снегопады — все это происходит в тропосфере. Не зря ее называют «кухней погоды».

Выше, на уровне 15–45 км, находится **стратосфера**. От следующего этажа — мезосферы — ее отделяет тонкий озоновый слой, который служит препятствием для жестких космических лучей. **Озон** — это так называемый «трехатомный кислород», газ с очень приятным запахом. Этот запах мы ощущаем в воздухе после грозы или в помещении, где работает высокочастотная электрическая аппаратура — например в кабинете физиотерапии. В последние десятилетия ученые стали обращать внимание на то, что в некоторых местах озоновый слой становится очень тонким. Такие места называют **«озоновыми дырами»**. Они появляются и исчезают. Их происхождение до сих пор не выяснено.

Мезосфера занимает свой уровень — от 50 до 80 км. Если в стратосфере царит арктическая стужа, то здесь по мере увеличения высоты температура повышается. На высоте более 80 км начинается **ионосфера** — обширная область плазмы, то есть ионизованного газа. Плазма, пронизанная космическими излучениями, обладает высокой электропроводностью и напоминает свойствами газ, которым заполняются трубки ламп дневного света. Именно в ионосфере происходят явления поистине космиче-

ской красоты и величия — полярные сияния. Ионосферу называют также **термосферой.**

Ионосфера — область, особенно интересная для сейсмологов. Когда в земной коре происходят процессы, приводящие к землетрясениям, ионосфера тонко «чувствует» эти изменения и реагирует на них. Зная об этом свойстве, сейсмологи ведут наблюдение за состоянием ионосферы. Правда, иногда ионосфера «ошибается» и реагирует на химические и электромагнитные процессы, происходящие на поверхности Земли. Это наблюдается в больших городах и промышленных центрах. Например, над Москвой, Нью-Йорком и Лондоном состояние ионосферы всегда такое, как будто там вот-вот разразится мощное землетрясение.



Полярные сияния

В ГОРЯЧИХ ОБЪЯТИЯХ СОЛНЦА

В разделе «Пламенная атмосфера» было отмечено, что орбита Земли находится в пределах **солнечной атмосферы**. Недаром люди всегда чувствовали влияние Солнца на природу Земли, на всю земную жизнь. И дело не только в том, что времена года, смена дня и ночи связаны с положением Земли относительно Солнца. Есть более тонкие, неочевидные связи планеты с нашей центральной звездой.

Когда на Солнце были обнаружены **пятна** и было твердо установлено, что это не «оптический обман зрения», а реальные явления, любопытные астрономы начали вести за ними наблюдение, подсчитывая число пятен и отмечая их размеры. Например, современник Галилея **Христофор Шейнер** описал свои наблюдения с 1611 по 1627 годы. В XIX веке **Генрих Швабе** и **Рудольф Вольф** заметили, что появление пятен подчиняется определенной закономерности. Оказывается, наибольшее количество пятен появляется на Солнце циклично. Самый короткий цикл — 27-дневный, он равен солнечным суткам. Самый заметный цикл равен в среднем 11,5 годам (он колеблется от 7 до 14 лет). Позже были выявлены циклы в 22 года, 80 лет и 600 лет.

Ученые обнаружили, что в годы проявления главного, 11-летнего **цикла** солнечной активности, на Земле возрастает количество магнитных бурь и полярных сияний. Наблюдение солнечной активности стало постоянным и обязатель-

ным делом. Характеристикой активного Солнца считается **число Вольфа**, равное количеству солнечных пятен плюс 10 групп этих пятен. Со временем интерес к солнечным пятнам возрос, потому что широко мыслящие наблюдатели стали замечать: цикличное возрастание числа Вольфа совпадает не только с небесными явлениями. Постепенно была замечена одиннадцатилетняя цикличность в размножении трески, сельди, леща и других рыб, африканских антилоп, полярных мышей-леммингов. С такой же периодичностью повторяются нашествия саранчи. На основе этих наблюдений сформировалась новая наука — **гелиобиология.**

Фактическим основателем гелиобиологии стал советский ученый-энциклопедист, профессор **Александр Леонидович Чижевский** (1897–1964). Он, подобно античным философам, был врачом, биологом, воином (в Первую мировую войну он ушел на фронт добровольцем и вернулся с Георгиевским крестом, ранением и контузией), физиком, математиком, астрономом, поэтом и художником. А.Л. Чижевский выявил связь солнечной активности с ростом заболеваемости людей. Ученый проанализировал все наблюдения солнечной активности более чем за 200 лет и сведения о массовости эпидемических заболеваний в эти же годы. Он установил, что вспышки эпидемий таких страшных болезней, как холера, чума, оспа, а также дифтерия и грипп совпадают по времени с 11-летним солнечным циклом.

Более того, Чижевский отмечал влияние Солнца даже на явления социальной жизни — войны, революции, реформы и т. д. Например, посмотрите на исторические даты XX века в жизни России-СССР. Что происходило в 1905, 1917, 1929, 1941, 1953, 1965, 1977, 1989 годах? А чередуются они с периодичностью примерно в 12 лет.

О своих исследованиях А.Л. Чижевский написал книги «Земное эхо солнечных бурь» и «Физические факторы исторических процессов».

Работы Чижевского о связи солнечной активности перекликаются с исследованиями других ученых. Например, американский биолог **А. Дуглас** открыл интересную закономерность в изменении годовых колец деревьев. Он исследовал толщину этих колец на спилах нескольких тысяч самых разных деревьев, взятых в самых разных местах земного шара. В его «коллекции» были хвойные и лиственные породы, старые и молодые деревья, в том числе тысячелетние секвойи. Оказалось, что самые толстые и самые тонкие слои повторяются в среднем... да, именно через 11 лет.

Кроме того, 11-летний солнечный цикл связан также:

с частотой появления перистых облаков;

с частотой появления колец (гало) вокруг Солнца и Луны;

с частотой грозовых дождей;

с годовым количеством осадков;

с частотой ураганов, тайфунов, смерчей, пыльных бурь...

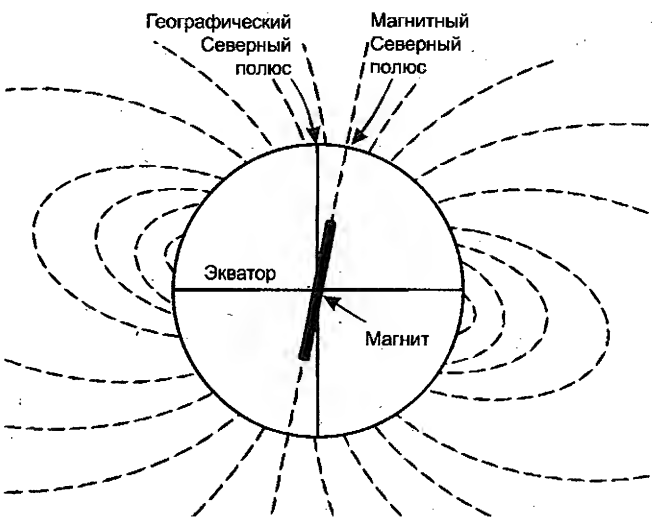
Но это все — о «работе» 11-летнего солнечного цикла. А ведь, как уже отмечалось, есть и другие циклы — 22-летний, 50-летний, 80-летний и т. д. Для примера можно рассмотреть зависимость земных климатических условий от самого длинного из известных солнечных циклов — 1800-летнего. Оказывается, эти длиннопериодические колебания солнечной активности сильнее всего сказывались на увлажненности Земли. На рубеже V и IV тысячелетий до Р.Х. африканская пустыня Сахара была совсем не пустыней, а цветущей страной, покрытой зарослями тропических растений, с полноводными реками, множеством диких и домашних животных. В этот же период происходили сильнейшие наводнения на территориях Средней Азии, Европы и Ближнего Востока. Через 900 лет Сахара была уже пустыней, высохли торфяные болота в Европе, Южной и Западной Сибири. Еще 900 лет — и снова Сахара покрывается садами и пастбищами, в Европе свирепствуют ливни и снегопады, сильные морозы в Греции погубили все деревья... А через следующие 900 лет обмелело Каспийское море, викинги открыли Гренландию и назвали ее «Зеленой землей». И так далее.

Вот что значит для Земли быть в объятиях Солнца. Но без него на нашей планете не было бы никакой жизни...

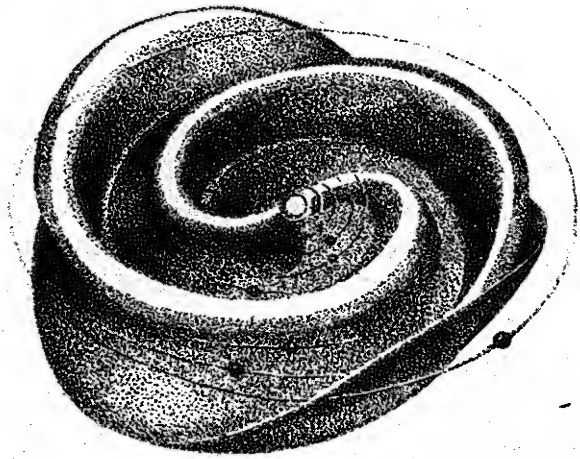
ЗЕМНОЙ МАГНИТ И СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

Зная размеры земного шара, мы обычно представляем себе, что этот шар и есть вся Земля. На самой деле Земля не ограничена своей твердой поверхностью. В состав планеты по имени Земля входит также ее атмосфера и, кроме того, **магнитосфера — магнитное поле**, протяженность которого равна почти 5 земным радиусам. Это не считая гравитационного поля, вообще не имеющего пределов.

Да, Земля — планета магнитная. В этом легко убедиться, проводя опыты с компасом. Если нет компаса — можно взять швейную иглу и приложить ее к магниту. Теперь это не



Магнитное поле Земли



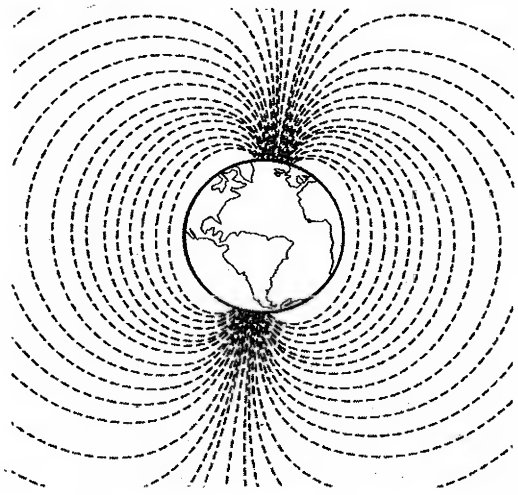
Солнечный ветер и его спиральная структура, обусловленная вращением Солнца

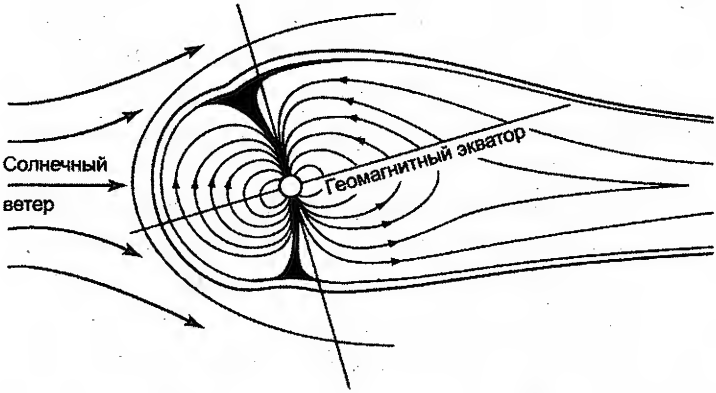
просто игла, а стрелка компаса. Подвешенная за центр тяжести на тонкой нитке, она станет упрямо показывать направление на север. **Магнитные полюса** Земли отклоняются от географических примерно на 11 градусов. Кстати, не все планеты обладают магнитным полем. У Луны его практически нет.

Магнитное поле Земли — ловушка для электрически заряженных частиц, электронов и протонов. Оно удерживает их в окрестности Земли, образуя так называемый **радиационный пояс.** Поток **корпускул,** то есть **электронов и атомных ядер,** непрерывно выбрасывается Солнцем в пространство. Этот поток и есть **солнечный ветер.** Заряженные частицы удаляются от Солнца со скоростью 1000 км/с. Когда на Солнце образуются пятна, поток

корпускул усиливается. Вылетая из области скопления пятен, поток становится похож на хвост гигантской кометы. Этот «хвост» искривляется в сторону, противоположную вращению Солнца.

Струи солнечного ветра, достигая земного шара, встречаются с его магнитным полем. Но поскольку струя плазмы представляет собой электрический ток, вокруг него образуется свое магнитное поле. Взаимодействие двух магнитных полей, земного и плазменного, и создает **магнитные бури.** В это время магнитная стрелка начинает беспорядочно колебаться, как будто школьник, развлекаясь, водит магнитом около компаса. Не будь солнечного ветра, магнитное поле Земли имело бы вид красивой симметричной фигуры, изображенной на рисунке. Но потоки заряженных частиц так воздействуют на нашу магнитосферу,





Магнитосфера Земли, деформированная солнечным ветром

что фактически она выглядит так, как это показано на соседнем рисунке.

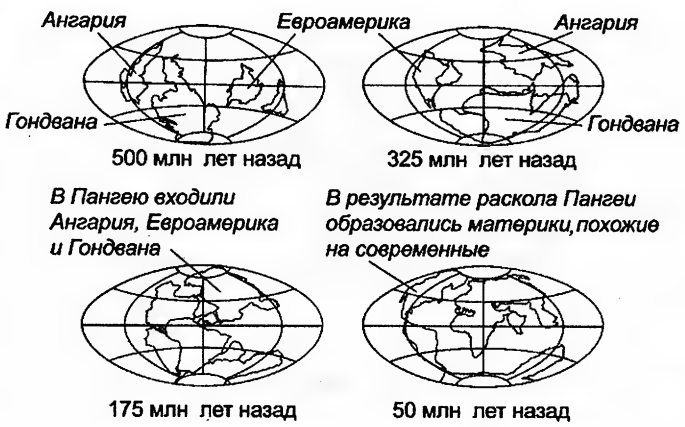
Радиационные пояса Земли представляют определенную опасность для космонавтов, так как частицы, сталкиваясь с космическим кораблем, создают сильное рентгеновское излучение, проникающее внутрь жилых отсеков. Поэтому при проектировании пилотируемых космических аппаратов предусматриваются специальные защитные покрытия.

НАША ТАИНСТВЕННАЯ ПЛАНЕТА

Как люди открывали Землю, известно из уроков географии. Зная названия материков и океанов, высочайших гор и глубочайших озер, могучих рек и огнедышащих вулканов, каждый может указать на карте, где завоевали

территорию вечнозеленые джунгли и вековая тайга, песчаные пустыни и заснеженная тундра... Но есть немало такого, что еще не вошло в учебники. Например, точно установлено, что Земля несколько раз подвергалась сильнейшим **космическим катастрофам**, в результате которых резко изменялся климат, исчезали целые виды животных и растений, а возможно, и человеческие цивилизации. Есть предположение, что в ходе одной из таких катастроф земная ось изменила свое положение и отклонилась на нынешний угол в 23,5 градуса. Но причиной катастроф не всегда бывает космос.

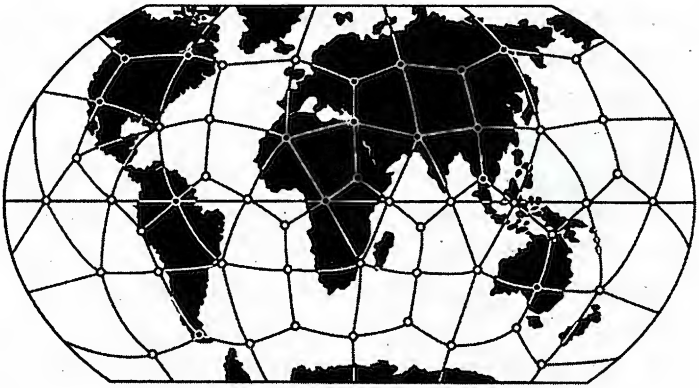
Посмотрите на глобус или карту полушарий. Обратите внимание, что очертания береговой линии Западной Африки и восточной части Южной Америки выглядят так, словно когда-то эти материки составляли одно целое, а потом взаимно откололись и разъехались. Почему это произошло? Это объясняет **теория литосферных плит и дрейфа континентов. Литосфера** — это твердая оболочка Земли, в которую входит земная кора и верхняя часть мантии. Она разбита на несколько так называемых литосферных плит — платформ, которые находятся в постоянном горизонтальном движении. Масса плит постоянно наращивается за счет вещества, поступающего из недр. Согласно теории дрейфа континентов примерно 200 миллионов лет назад на Земле был единый суперконтинент **Пангея**. Когда суша раскололась, образовавшиеся материки и их части



Примерно 200 млн лет назад на Земле был единый суперконтинент Пангея

стали удаляться друг от друга. Африка отъехала от Америки, Индия от Африки, а в районе Тихого и Индийского океанов две материковые глыбы столкнулись, и на месте удара образовались Гималаи — высочайшая горная система планеты. Дрейф материков продолжается, и через миллионы лет людям придется делать новые глобусы и карты.

Есть на Земле места, где возникали очаги древних культур или обнаруживаются залежи ценных ископаемых. Что особенного и общего у всех этих зон? Всего-навсего то, что если соединить линиями центры этих областей и включить в их число полюса Земли, наша планета окажется, подобно кристаллу, четко поделенной на 20 правильных, то есть равносторонних треугольников. Получается своеобразная каркасная сетка планеты.



«Каркасная» сетка планеты

Но в вершинах и центрах этих треугольников оказываются не только центры древних культур Египта, Индии, Китая, Киевской Руси, Монголии, доколумбовых цивилизаций Центральной и Южной Америки, острова Пасхи и Таити, озеро Байкал и многие другие интересные места. В эту же систему вписываются и места, где наиболее часто происходят кораблекрушения и авиационные катастрофы — «тот самый» **Бермудский треугольник** и симметричное ему **море Дьявола** в Японском море, а также другие известные аномальные зоны.

Но это еще не все. Если соединить между собой середины сторон этих треугольников, каждый из них будет разбит на четыре меньших правильных треугольника. А вершины и центры малых треугольников окажутся, в свою очередь, тоже особыми точками, но соответственно более низкого уровня. Так в свое время группа ученых разбила на треугольни-

ки всю Московскую область, и оказалось, что в особых точках почти обязательно что-нибудь да есть — то старинная церковь, то источник воды, а то и центр города или села...

А если соединить центры самых больших треугольников, появится 12 правильных пятиугольников. Интересно, что в древности мудрый **Платон**, оказывается, писал: *«Земля, если взглянуть на нее сверху, похожа на мяч, сшитый из двенадцати кусков кожи»*. Некоторые геофизики считают, что именно такую кристаллическую форму (**додекаэдра**, состоящего из 12 пятиугольников) имеет внутреннее ядро Земли. Оно является развивающимся кристаллом и своим ростом наводит ту же симметрию в земной коре.

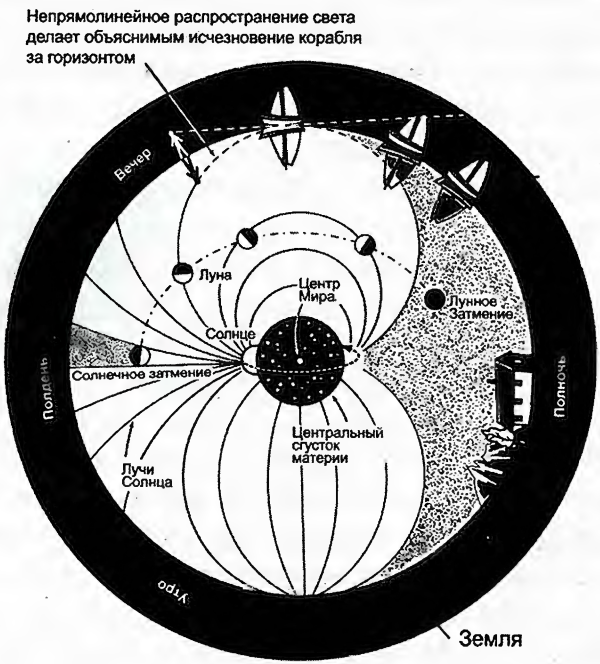
Это — лишь небольшая часть неразгаданных тайн Земли.

А ЧТО, ЕСЛИ ОБРУЧЕВ НЕ ФАНТАЗИРОВАЛ?

Конечно, не очень просто представить себе, как можно, сидя на поверхности планеты, с уверенностью говорить о ее внутреннем строении. Но в том-то и дело, что с полной уверенностью судить об этом возможно только до определенной глубины, где если не человеческий глаз, то уж точный электронный прибор увидит, что там есть и как оно выглядит. Да еще и сообщит, какие там температура, давление,

химический состав и т.д. А эта определенная глубина, как уже говорилось, не глубже 15 км. Поэтому не следует удивляться, если прочитаете где-нибудь о том, что Земля внутри — полая...

Идея эта сама по себе далеко не нова. На ее основе советский геолог и писатель, академик **В. А. Обручев** создал научно-фантастический роман **«Плутония»**, в которой изображен мир на внутренней поверхности **полой Земли**, освещаемой центральным ядром, и первобытная природа с мамонтами и саблезубыми тиграми.



Известна и такая концепция, согласно которой земная твердь — это и есть внутренняя полость Земли

Занимала идея полой Земли астронома **Эдмунда Галлея** и математика **Леонарда Эйлера**...

А в вышедшей еще в 1908 году книге (не фантастической) **У. Дж. Эммерсона** рассказывается, как норвежцы **Олаф Янсен** и его отец побывали во внутренней полости Земли и обнаружили там не только жизнь, но и людей, достигших высокого уровня науки и техники. У этих подземных жителей есть даже летательные аппараты в виде «тарелок». В те времена газеты и журналы еще не были полны сообщениями об НЛО, да и понятия НЛО не существовало...

Теоретическими изысканиями о «полой Земле» занимался в Германии времен Гитлера доктор **Ганс Гербигер**. Известна и такая концепция, согласно которой наша земная твердь — это и есть внутренняя полость Земли. Исходя из этой концепции, в 1942 году была даже организована тайная экспедиция на остров Рюген. Как писал позже ее руководитель доктор Гейнц Фишер, целью экспедиции было доказать, что человечество живет внутри полой Земли, «как мухи в колбе». Есть сведения и об антарктических экспедициях немцев в поисках туннеля, соединяющего внешнюю и внутреннюю стороны Земли.

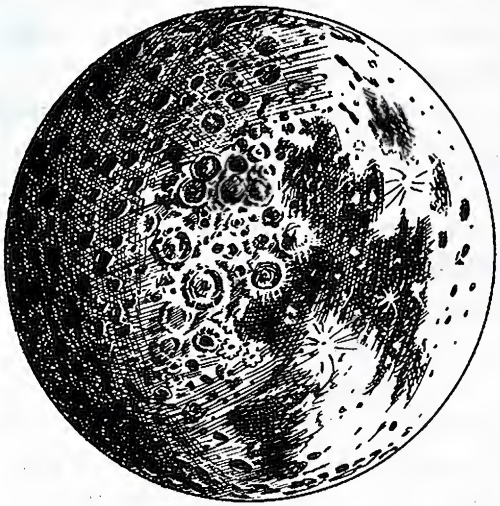
А в 1947 году американский адмирал **Р. Бэрд** оставил записи о том, что, пролетая в 1700 милях от Южного полюса, видел цветущую приполярную зону. Исследования американцев в 1967 году также подтвердили суще-

ствование вблизи полюсов гигантских внутренних полостей. Правда, позже появлялись и опровержения. Но загадка остается...

Земля — до сих пор самая таинственная планета!

СПУТНИК ЗЕМЛИ

Луна — единственный естественный спутник нашей планеты, самое близкое к Земле крупное небесное тело. До нее от нас всего 384 400 тысяч км. Луна уникальна во многих отношениях. Ни у одной другой планеты земной группы нет такого большого спутника, как Луна, диаметр которой 3480 км (более четверти земного диаметра). Масса Луны равна



Луна

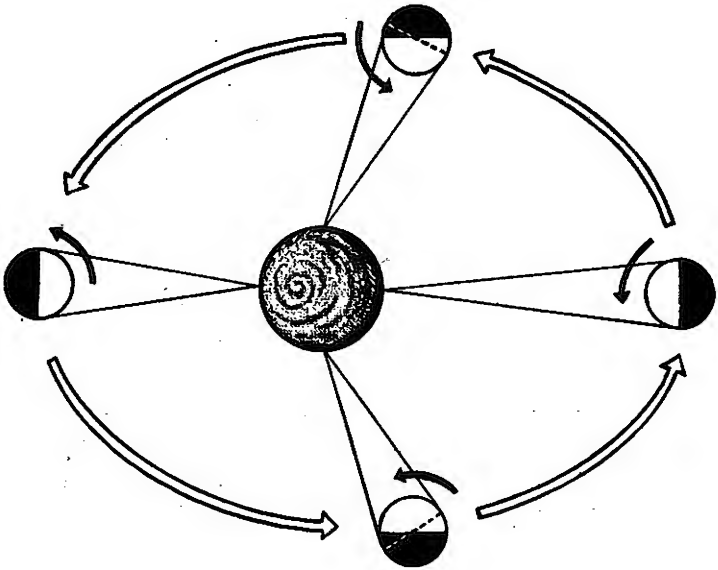


Схема вращения Луны вокруг Земли

$^1/_{81}$ массы Земли, а сила тяготения на ней — в 6 раз меньше, чем на Земле. Магнитного поля у Луны нет.

Как всем известно, вид Луны постоянно меняется — от яркого круга до серповидного полумесяца, от полумесяца до полного исчезновения и обратно — до полного диска. Это вызвано тем, что при обращении Луны вокруг Земли лунный шар является нашим взорам в разных положениях относительно Солнца. После фазы новолуния, когда Луна совершенно не видна, появляется тоненький «серп» с правой стороны ее диска. Постепенно увеличиваясь, «серп» вырастает до полукруга — эта фаза называется первой четвертью. Освещенная

Смена фаз Луны

часть продолжает расти, пока не захватит весь диск — это наступает полнолуние. А затем все идет в обратном порядке — освещенная часть лунного диска уменьшается до полукруга (последняя четверть) и продолжает уменьшаться, пока тонкий «серп» с левой стороны не растает в ночном небе. Каждая фаза продолжается около недели. Полная смена фаз (**лунный месяц**) занимает 29,5 земных суток. Не случайно Луну на Руси называют еще и Месяцем! *«Месяц, Месяц, мой дружок, Позолоченный рожок...»* И по-украински Луна будет «Місяць».

Чтобы определить по виду лунного серпа, какая наступает фаза, есть известный прием. Вид «левого серпа» напоминает русскую букву «С» — значит, это «Старый Месяц». А к «правому серпу» надо мысленно приложить вертикальную черту — получится буква «Р»: «Растущий Месяц». Если присмотреться к Луне в фазе роста или ущерба, можно увидеть даже затемненную часть планеты. Она окрашена в так называемый пепельный цвет. Этот цвет — результат двойного отражения: на темную часть Луны падает свет Солнца, отраженный нашей Землей.

Время от времени Луна предлагает землянам необычные картины — затмения. **Затмение Луны** происходит, когда Земля оказывается на прямой линии между Солнцем и Луной и закрывает лунный диск своей тенью. При этом земная атмосфера пропускает к Луне только красные лучи, отчего цвет лунного диска приобретает мрачноватый темно-красный оттенок. Зрелище необычное: можно понять, почему в старину боялись лунных затмений. Людям казалось, что Луна «кровью обливается». Длится это явление более полутора часов, так как тень Земли гораздо больше лунного диска.

Затмение Солнца «устраивает» сама Луна, время от времени закрывая от нас своим телом солнечный диск. Полное солнечное затмение наблюдается очень редко. Да и площадь, где можно его наблюдать, невелика — диаметр пятна лунной тени на Земле не бывает более 250 км. Длится полное солнечное затмение

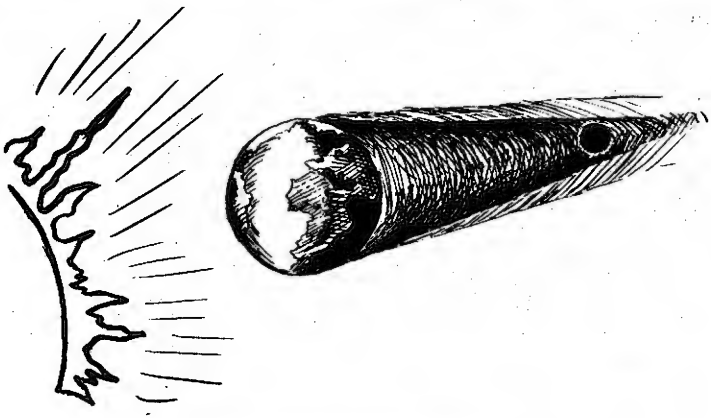
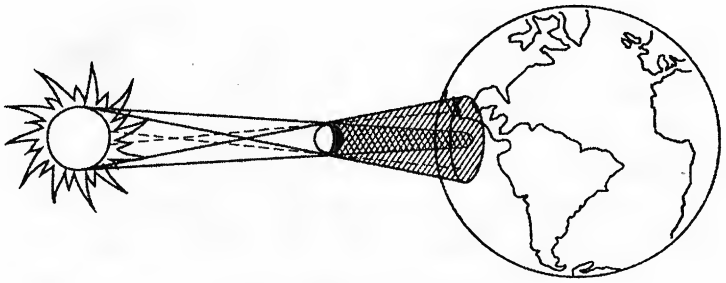


Схема затмения Луны

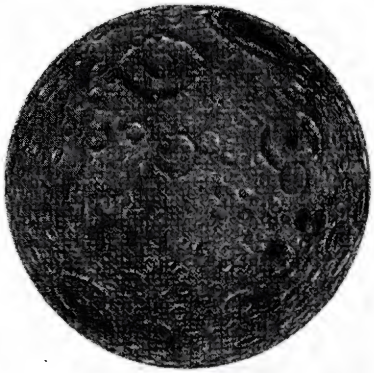


Затмение Солнца

максимум 7 минут 40 секунд. За пределами лунной тени видны только частные солнечные затмения, при которых Солнце на короткое время уподобляется Луне, принимая форму серпа. Любопытные наблюдатели солнечных затмений давно обратили внимание, что лунный и солнечный диски имеют равные угловые размеры — полградуса. Правда ведь, удивительное совпадение?

Астрономы иногда говорят о **двойной планете** Земля-Луна. Правильно говорят, потому что между Луной и Землей действуют прочные связи. Период вращения Луны и период ее обращения вокруг Земли равны и составляют примерно 27 земных суток. Это значит, что Луна всегда обращена к Земле одной и той же стороной. Обе планеты вращаются вокруг общего центра. Только центр этот находится внутри земного шара, и поэтому принято считать, что Луна вращается вокруг Земли. Сила гравитации со стороны Луны вызывает морские и океанские приливы. Древние эллины называли Луну именем богини **Селены** — сес-

тры Гелиоса-Солнца. Она считалась покровительницей ведьм и колдунов. С Луной были связаны некоторые суеверия — например, нельзя было допускать, чтобы лунный свет падал на спящего человека. *«Но в мире есть иные области, Луной безжалостно томимы»* — писал **Н. С. Гумилев** в знаменитом цикле «Капитаны».



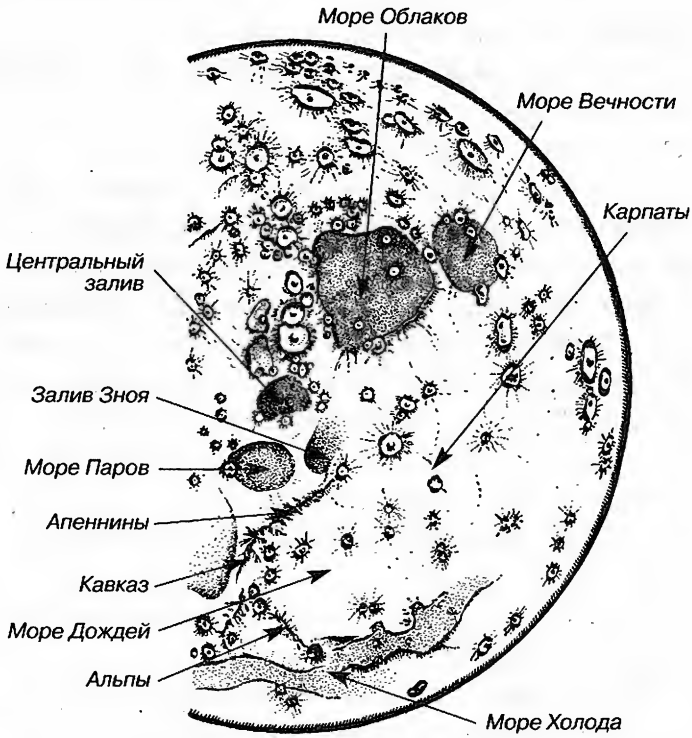
Обратная сторона Луны

Вообще полная Луна — завораживающее зрелище. Это ведь не просто ночное светило, бросающее на Землю отраженный солнечный свет. Всмотритесь внимательнее в эту загадочную планету, глядящую на нас из космической тьмы, и возможно, вы увидите и картину на библейский сюжет, и карту Земли, какой она была многие миллионы лет назад.

ЛУНА ВБЛИЗИ

Даже невооруженным глазом видно, что поверхность Луны никак не назовешь ровной и гладкой. Бинокль это впечатление усиливает. А уж если долго и внимательно рассматривать Луну в хороший телескоп... Первым это

сделал и составил подробное описание увиденной картины польский астроном **Ян Гевелий** (1611–1687). Проводя наблюдения, составляя карты лунного рельефа и давая названия самым заметным объектам, ни сам астроном, ни его постоянная помощница в трудах жена Эльжбета не предполагали, что спустя годы к имени Яна Гевелия будет добавлен титул основателя научного направления **селенографии**. В XX веке современная оптика и другая астрономическая техника, автоматические косми-



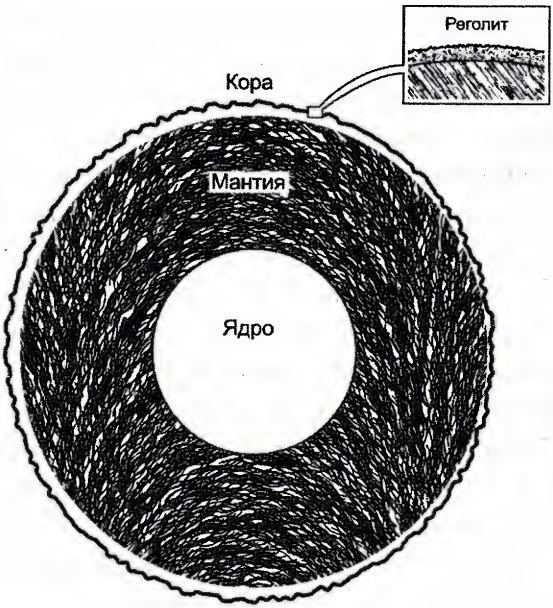
Карта лунной поверхности

ческие станции и роботы-луноходы существенно расширили исследования Луны и позволили сделать лунные карты и глобусы достаточно точными.

Сейчас каждый школьник может мысленно путешествовать по Луне, держа перед собой подробную карту. На этой карте показаны Океан Бурь, Море Ясности, Море Спокойствия, Море Дождей и т. д. Разумеется, большие впадины на поверхности Луны названы морями совершенно условно, потому что воды там нет. Зато горы на Луне самые настоящие. Гевелий дал им названия земных гор и хребтов. Высота некоторых горных пиков достигает 8 тысяч метров — как высочайшие вершины на Земле.

Кроме гор, на Луне множество острых скал и обломков камней. Лунная поверхность испещрена кратерами самых разных размеров — от полуметра до 250 км. Они имеют разное происхождение: более мелкие образовались при падении метеоритов, а самые крупные представляют собой остатки вулканов. Мелкие кратеры покрывают собой буквально всю лунную поверхность, даже дно вулканических кратеров, которое кажется в телескоп ровным и гладким. Лунные кратеры носят имена выдающихся ученых — Коперника, Галилея, Аристотеля, Тихо Браге.

Интересно, что самые обширные моря и высокие горы находятся на видимой стороне Луны. На обратной стороне «моря» больше по-



Строение Луны

хожи на озера, а вместо гор там холмы и невысокие горные кряжи. Такое впечатление, что видимая сторона Луны потому и повернута всегда к Земле, что она наиболее интересна для наблюдения.

Внутреннее строение Луны напоминает структуру Земли. Планета состоит из ядра, мантии и коры. Толщина лунной коры в среднем равна 60 км, но на видимой стороне она меньше на 20—30 км. Толщина слоя мантии равна 1000 км. Диаметр лунного ядра около 1500 км. Луна гораздо холоднее Земли, и даже температура жидкого ядра из расплавленных каменных пород составляет всего 1500 градусов.

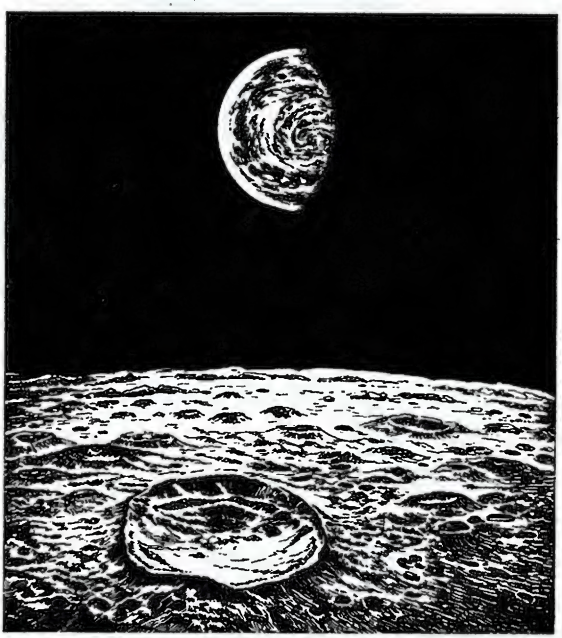
Плотность лунного вещества в 1,7 раза меньше, чем плотность земного. Самый поверхностный слой лунного грунта состоит из **реголита** — серого пористого вещества толщиной до 6 метров. По виду и свойствам это вещество похоже на знакомую всем **пемзу**. Только на Луне эта «пемза» не лежит сплошным слоем — она разрушена до состояния, напоминающего песок, метеоритами и резкими перепадами температур поверхности (в ночное время — минус 169 °С, а в дневное, когда Солнце в зените — плюс 122 °С). Атмосфера Луны настолько разрежена, что практически отсутствует и не защищает планету от жары и холода. При этом надо учитывать, что лунный день и лунная ночь тянутся по две недели.

Прежде, до начала космической эры, когда ученые еще не держали в руках образцов лунного грунта, у астрономов сложилось впечатление, что Луна покрыта толстым слоем пыли. Поэтому когда в СССР готовили к запуску автоматическую станцию для посадки на Луну, высказывались опасения, что космический аппарат может утонуть в лунной пыли. Но генеральный конструктор обладал научной интуицией. Он уверенно написал на странице проекта: «На Луне пыли нет» и поставил свою подпись: «С. П. Королев». И оказался прав! Когда в 1966 г. наша автоматическая станция **«Луна-9»** массой в полторы тонны (в условиях Луны это вес 250 кг) впервые в мире совершила, прилунившись, мягкую посадку, она тем

самым оценила свойства лунного грунта. Он оказался достаточно прочным, чтобы выдержать эту нагрузку.

Небо над Луной черное, усыпанное яркими немигающими звездами. Нет у Луны и магнитного поля. Самое величественное зрелище на Луне — это наша красавица Земля. Она никогда не уходит с небосвода видимой стороны Луны.

Как видится Земля с поверхности Луны? Это можно даже вообразить. Угловой размер Земли, наблюдаемой с Луны, в четыре раза больше, чем размер Луны на нашем небе. Это уже должно производить сильное впечатление. Когда сама Луна землянам не видна



Вид Земли с поверхности Луны

(в дни новолуния), на Луне, напротив, «полноземелие», и наша планета выглядит полным круглым диском — голубоватым, почти наполовину закутанным в белую облачность. Материки видятся светлыми областями, океаны — темными, все это без подробностей, которые размазываются плотной атмосферой. Отражая солнечные лучи, Земля освещает затемненную Луну в 40 раз ярче, чем полная Луна — Землю. А во время «новоземелия» наша планета смотрится с Луны как большое светлое кольцо над Солнцем или под ним. Светлое кольцо образуется солнечными лучами, проходящими через атмосферу Земли.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ

Вскоре после запуска первых советских космических ракет было начато планомерное исследование Луны. В 1959 году наша автоматическая станция **«Луна-3»** впервые в истории космонавтики сфотографировала обратную сторону планеты-спутницы. В 1966 году **«Луна-9»** мягко «прилунилась» и передала на Землю изображение лунного пейзажа. Американская автоматическая станция **«Клементина»** в 1994 году произвела новые съемки обратной стороны Луны, используя более совершенную аппаратуру.

В 1969 году лунному Морю Спокойствия пришлось испытать беспокойство. На сухое

Человек на Луне

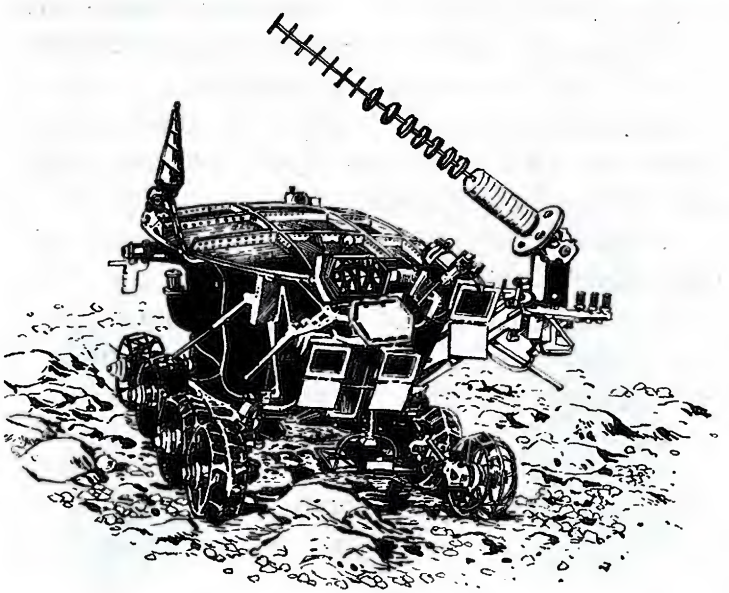
дно этого «моря» опустилась посадочная кабина американского космического корабля **«Аполлон-11»**. Астронавты **Нейл Армстронг** и **Эдвин Олдрин** стали первыми землянами, которые ступили на поверхность Луны. Пилотировал «Аполлон-11» **Майкл Коллинз**. До конца 1972 года на Луне побывали еще пять американских экспедиций.

В последнее время появились публикации отечественных и зарубежных авторов, предполагающих, что американцы на Луну не высаживались, а фото- и видеокарты сняты в павильонах Голливуда.

Одновременно в СССР запускались к Луне автоматические станции. В 1970 г. **«Луна-16»**, опустившись на поверхность Луны, впервые взяла образцы лунного грунта и доставила их на Землю. В том же году **«Луна-17»** выпустила на поверхность нашего спутника самоходный **«Луноход-1»**. Этот восьмиколесный робот, похожий одновременно на черепаху и на армейскую полевую кухню, за 301 сутки прошел

почти 11 километров и передал на Землю 20 000 снимков, 200 панорам и в 500 точках проводил исследование грунта.

Чуть позже **«Луна-20»** привезла на Землю образцы грунта из горного района Луны, недоступного для астронавтов. В 1973 году **«Луна-21»** отправила в поход **«Луноход-2»**, который за 4,5 месяца проехал 37 км, исследуя рельеф местности и состав грунта. Оба колесных робота управлялись с Земли по радио и систематически передавали в ЦУП снимки лунных пейзажей, результаты анализа грунта. Автоматическая станция **«Луна-24»** (1976 г.) пробурила лунный грунт на глубину 2 м и доставила 170 г его образцов на Землю.

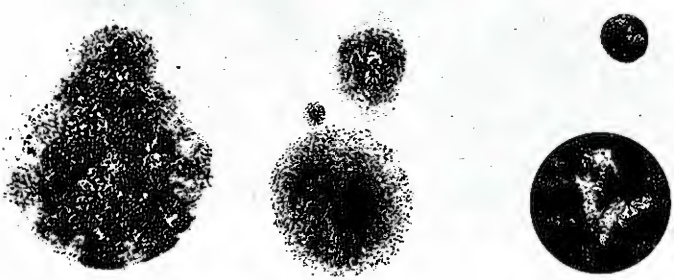


Луноход

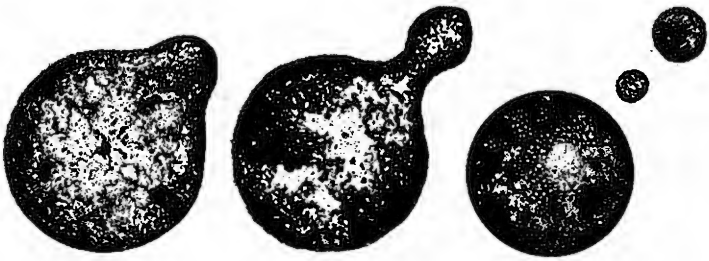
ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛУНЫ

Долгое время о происхождении Луны спорили три теории. Их условные названия: «Сестры», «Мать и дочь» и «Захват». По первой теории, Земля и Луна образовались из одного сгустка материи, но развивались каждая сама по себе. Согласно второй теории, Луна когда-то оторвалась от Земли, оставив глубокую впадину, где теперь находится Тихий океан. Третья теория рассматривает Луну как планету, которая, блуждая по космосу, была захвачена притяжением Земли. Но вот в распоряжении ученых оказались образцы лунного грунта. Их подробно исследовали и сравнивали с земными. Выяснилось, что Земля и Луна хоть и возникли из одного сгустка, но с некоторого времени развивались отдельно. Значит, они не сестры, а скорее мать и дочь. Но что могло отделить от Земли такую массу материи, которая затем стала Луной?

Решить эту задачу помогают космические снимки поверхности Луны и наблюдения аст-

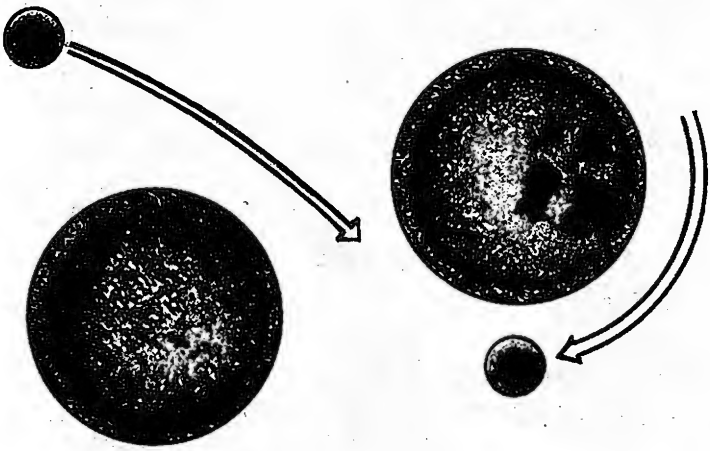


Образование Луны из роя астероидов

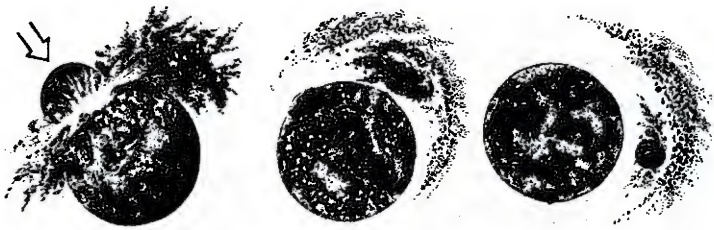


Образование Луны
в результате отрыва от Земли

ронавтов. Оказалось, что даже очень большие лунные кратеры состоят не из застывшей вулканической лавы, как большинство земных, а из твердой скальной породы. Эта порода образовалась при сплавлении пыли и камней под действием очень высоких температур. Таких температур достигает тепловая энергия, выделяющаяся при ударах космических тел.



Образование Луны
путем захвата



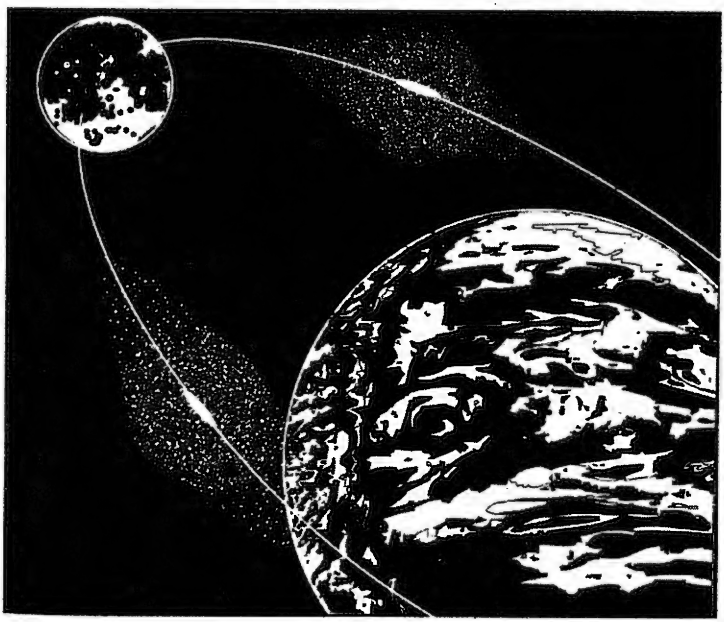
Образование Луны в результате столкновения с другой планетой

Значит, все эти кратеры появились на Луне уже после отрыва от Земли? Как предполагают американские астрономы **Хартман** и **Дэвис**, четыре миллиарда лет назад некий космический «странник» величиной с Марс на огромной скорости врезался в Землю. В результате от Земли были отбиты куски земной коры, а сам небесный «бомж» разлетелся вдребезги. Все эти обломки и осколки разлетелись и образовали вокруг Земли кольцевой пояс. Со временем, под действием сил тяготения и соударений, из этого пояса сформировалась Луна.

При столкновении Земли с безвестным космическим «бродягой» расплавленное железо его ядра осталось в коре и других слоях Земли. Поэтому в лунных породах так мало железа. Таким образом, по гипотезе Хартмана-Дэвиса, Луна оказалась дочерью не одного, а двух родителей — нашей Земли и безвестного космического скитальца. Авторы гипотезы считают, что в ранние периоды существования Солнечной системы подобные столкновения небесных тел случались довольно часто, отчего воз-

никало множество лун. Большинство их было захвачено массивными планетами или разрушено при столкновениях.

Возможно, решить задачу происхождения Луны поможет изучение других спутников Земли. Это не оговорка. У Земли имеются, кроме Луны, еще два спутника. Не искусственных, а вполне естественных. И не крошечных, а такого же размера, как и сама Луна. Но хотя эти «Луны» были открыты уже давно (в 1956 г. польским астрономом **Кордылевским**), видеть их очень мало кому удавалось. Все дело в том, что эти спутники целиком состоят из пыли. Эти **пылевые «Луны»** переме-



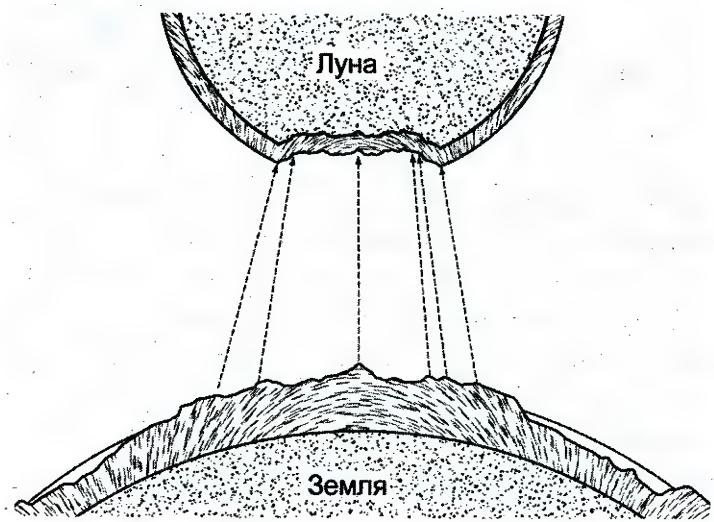
Спутницы Луны

щаются по той же трассе, что и настоящая Луна, и с той же скоростью. Одна опережает Луну на 60 градусов, другая на столько же отстает. И от Земли их отделяет такое же расстояние, как и Луну. Края этих «Лун» размыты, что очень затрудняет наблюдение.

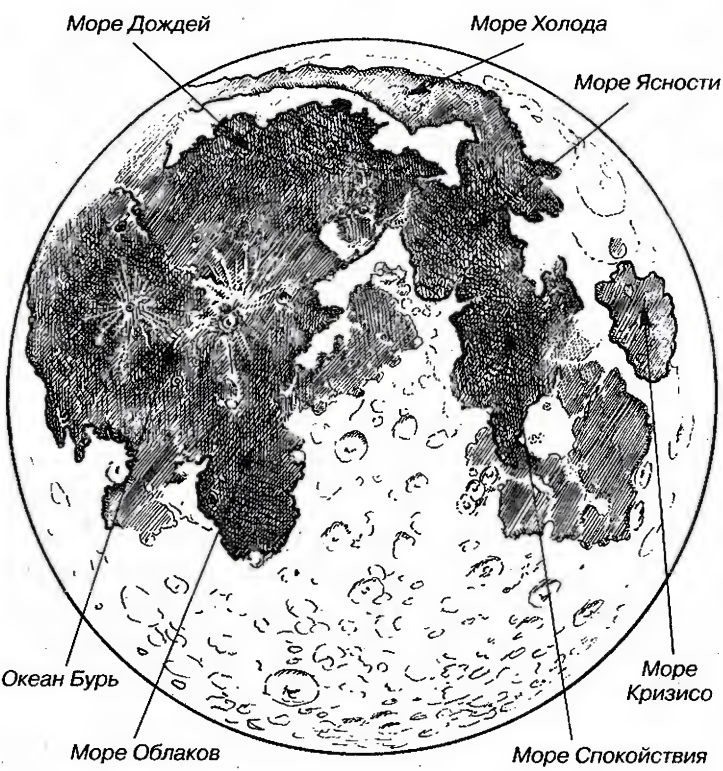
ПЛАНЕТА ЗАГАДОК

Несмотря на экспедиции людей и роботов, многочисленные фотоснимки, подробные лунные карты и глобусы, ближайшая к Земле планета продолжает хранить неразгаданные тайны.

Если рассматривать Луну в 25—30-кратный оптический прибор, такое сравнительно небольшое увеличение дает неожиданный эффект.



Отпечаток земных материков на Луне



Карта лунных морей

С одной стороны, приближение поверхности Луны позволяет лучше рассмотреть черты ее «лица», с другой — мелкие детали поверхности не отвлекают внимания. В результате создается впечатление, что по своим общим очертаниям лунные «моря» очень напоминают земные материки. Приподнятым участкам Земли соответствуют крупные впадины на Луне, и наоборот. То есть возможна своеобразная межпланетная связь «выпуклость-вогнутость». Так, основная

западная группа «морей» (Океан Бурь и другие) схожа по очертаниям с Азией, Море Дождей напоминает Европу, а Море Облаков — южную оконечность Африки... Восточная группа «морей» (Ясности, Спокойствия) напоминает отражения Северной и Южной Америки...

Правда, автора этой гипотезы (инженера-геодезиста **Т. Масенко**) вначале смущали некоторые несуразности: лунная «Европа», например, располагается слишком близко к «Америкам» и частично смыкается с ними, а Море Холода и Море Кризисов не имеют современных земных аналогов. Однако...

Известно, что поверхность Земли не всегда была такой, как сегодня. По известной гипотезе **А. Вегенера** когда-то вся большая часть суши образовывала сверхконтинент **Гондвану**. А сегодняшние материки появились в эру **палеозоя**, в результате разделения Гондваны на несколько частей и расползания их по планете на нынешние места. Если исходить из этой гипотезы, все становится на свои места. Море Холода в этом случае отображает «сухопутный мост», который, как было установлено, всего 50 миллионов лет назад соединял Европу с Гренландией. Его восточное продолжение своеобразным «пунктиром» островов проходило по Арктике. Вспомним здесь гипотезу о былом существовании **Арктиды** и легендарной **Земли Санникова**, которая могла быть крайней точкой упомянутого «пунктира». Некоторые авторы считают, что некогда в Тихом океане существовал

материк **Пацифида**, остатками которого могут быть острова Пасхи, Галапагосские и другие. В таком случае Моря Кризисов и Изобилия являются «фотографиями» этой огромной суши. Из всего этого следует вывод: поверхность Луны является зеркальным уменьшенным отображением поверхности древней Земли.

Механизм подмеченного явления пока неизвестен. Однако весьма компетентный геолог и астроном, известный популяризатор знаний о Земле и небе **В. Б. Нейман** считал, что в принципе это явление возможно. «В результате малоизученного взаимодействия системы двух близко расположенных друг от друга небесных тел рельеф впадин видимой стороны Луны действительно представляет собой отпечаток древних материков Земли».

Предполагается также, что конфигурация земных материков запечатлена такой, какой она была в те времена, когда Земля и Луна, вращаясь и обращаясь, неотрывно смотрели «в лицо друг другу». В таком случае, имея на нерукотворном лунном «портрете» молодой Земли, кроме нынешних материков, исчезнувшие Арктиду и Пацифиду, нельзя ли на лунной поверхности обнаружить и отпечаток **Атлантиды**? Если, конечно, таковая действительно была...

Когда автор этих строк поделился своими соображениями с атлантологом **А. И. Войцеховским**, тот ринулся в Центральное управление полетами и на большом лунном глобусе обнаружил отпечаток большого острова — **Море**

Паров. Выходит, была Атлантида! По крайней мере, в те времена, когда Земля выглядела из космоса так, как это запечатлено на лунном «негативе».

К другим загадкам Луны относятся так называемые «техногенные объекты» на снимках, сделанных с искусственных спутников, — подобия насыпей, крепостных стен и башен. Наблюдаются и неопознанные движущиеся объекты гигантских размеров. Еще до первых полетов к Луне ленинградский профессор **Н. А. Козырев** зафиксировал там действующий вулкан. А недавно появились сведения, что на дне одного из кратеров обнаружен водяной лед. И еще нет окончательного ответа на очень давние вопросы: почему угловой размер Луны равен солнечному и почему Луна всегда повернута к Земле одной стороной... А правда ведь, интересно, почему?

ОРБИТАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ «ЛУНА»?

Почему Луна так интересует ученых, космонавтов, вообще любознательных людей? Дело совсем не в том, что Луна влияет на наше самочувствие и погоду, скорость вращения Земли, вызывает приливы и отливы. Исследуется не только возможность строительства там внеземной научной базы с жилыми помещениями, лабораторией и стартовыми сооружениями — целого Лунного наукограда. С Луной до сих пор

связано множество загадок. Известно, например, что временами и местами изменяется цвет лунной поверхности, появляются и исчезают темные пятна, удлиняются рога полумесяца, а еще некие таинственные объекты гигантских размеров перемещаются по Луне или над ней.

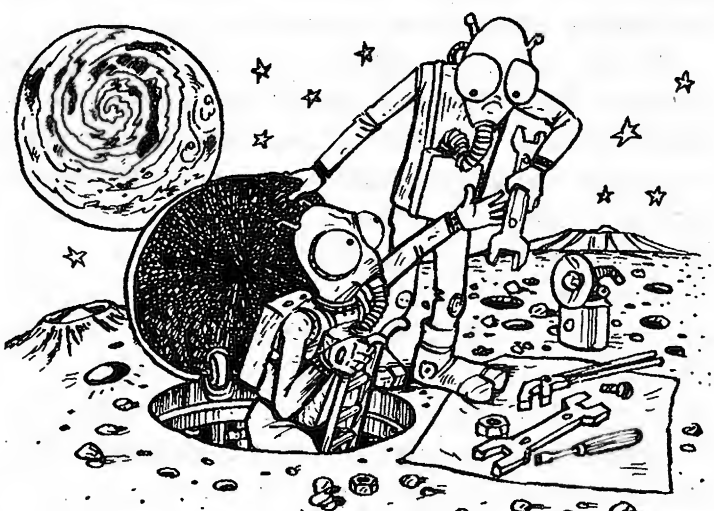
Оставленный американцами сейсмограф, записывающий информацию о колебаниях лунной поверхности, сообщил на Землю странные сведения. Колебания лунной почвы от падения двухтонной взлетной ступени «Аполлона-12» продолжались почти целый час. Когда на Луну грохнулась третья ступень ракеты «Сатурн-5», поверхность планеты вибрировала четыре часа. Такое возможно лишь при условии, что Луна — пустотелый шар или по меньшей мере содержит в недрах большие пустоты. Что это может означать?

Очень просто: Луна — искусственный спутник Земли. Искусственный! С такой сенсационной гипотезой выступили, еще не зная о реакции Луны на падение частей американской ракеты, советские исследователи **М. Хвастунов** и **Р. Щербаков**. На страницах журнала «Советский Союз» эти авторы представили целый ряд обоснований предположения, что Луна — не что иное, как космический корабль, в незапамятные времена прибывший из глубин Вселенной и ставший вечным спутником нашей родной планеты.

По их мнению, Луна представляет собой гигантский металлический шар, толщина стенок

которого около 20 километров. Та лунная поверхность, которую мы видим, — это «обмазка» металлического шара, то есть теплозащитное покрытие. Толщина его — несколько километров. Бесчисленные кратеры являются следами ударов метеоритов, а лунные моря образовались от столкновений с крупными астероидами. Внутри металлического корпуса Луны должен быть большой объем свободного пространства, в котором могут располагаться жилые и научно-производственные сооружения, ангары и гаражи, ремонтные мастерские. Не исключено, что вся эта техническая «начинка» составляет примерно 80 процентов массы Луны.

Как известно, лунные моря заполнены расплавленной лавой — лунной магмой. Но современная наука пока не объяснила, почему



«Обитаемая» Луна

лава смогла покрыть таким ровным слоем огромные пространства, не загустев и не застыв? Авторы гипотезы объясняют это тем, что «лава» имеет техногенное, то есть искусственное происхождение.

Другой сторонник версии искусственного происхождения Луны, астроном **В. Коваль**, предполагает, что наш спутник есть просто памятник инопланетной цивилизации, оставленный на околоземной орбите для грядущих поколений. Такой памятник не должен подавлять человека громадностью, поэтому его следует располагать вне Земли. Он должен быть рассчитан на эволюцию человеческого сознания, и его техногенность должна открываться человеку по мере развития его интеллекта. Всем этим требованиям Луна, по мнению В. Коваля, полностью удовлетворяет.

А вообще-то давайте сами подумаем: не странно ли, что у сравнительно небольшой планеты Земли такой огромный спутник? Найдутся и еще лунные загадки, если внимательно смотреть и думать...

ЦВЕТА КРОВИ И ЖЕЛЕЗНОЙ РЖАВЧИНЫ

Марс — очень заметная и самая интересная планета. Среди других «блуждающих звезд» он выделяется красным цветом. Марс, как и Венеру, трудно спутать с другими свети-

Вид Марса с Деймоса

лами ночного неба. Но интересен он в первую очередь сходством с Землей. Марс в полтора раза дальше от Солнца, чем Земля — на расстоянии в 228 миллионов км, или 1,52 а.е. Диаметр его — 6800 км (почти половина земного диаметра). Плотность планетного вещества — 0,72 земной. Звездные и солнечные сутки на Марсе — 24,6 часа, то есть почти равны земным. Год на Марсе длится 687 земных суток и 669 марсианских, которые длиннее наших на 37 минут. Масса планеты составляет 0,11 массы Земли, а сила тяготения на ней — как на Меркурии, в 2,5 раза меньше, чем на Земле. Ось Марса наклонена так же, как и земная, поэтому на планете происходит смена

времен года. Средняя температура поверхности Марса — около минус 30 °С. Атмосфера состоит в основном из углекислого газа и очень разрежена, ее давление примерно в 100 раз меньше земного. В атмосфере содержится небольшое количество кислорода и водяного пара.

Марс особенно хорошо виден во время **противостояний**, когда он находится на одной линии с Землей и Солнцем. Это бывает примерно раз в два года. А через каждые 15—17 лет бывают еще и великие противостояния. Дело в том, что орбита Марса имеет форму эллипса и выглядит как сжатая или вытянутая окружность. Поэтому Марс, обращаясь вокруг Солнца и земной орбиты, раз в 15 или 17 лет подходит особенно близко к Земле — на расстояние 55 миллионов километров. В такие периоды Марс привлекает к себе внимание как яркая звезда, вызывая немигающим красным блеском чувство неосознанной тревоги. Во время великого противостояния 1877 года астроном **Асаф Холл** (США) обнаружил у Марса два спутника с высотами орбит 9400 и 23 500 ки-

Фобос

Деймос

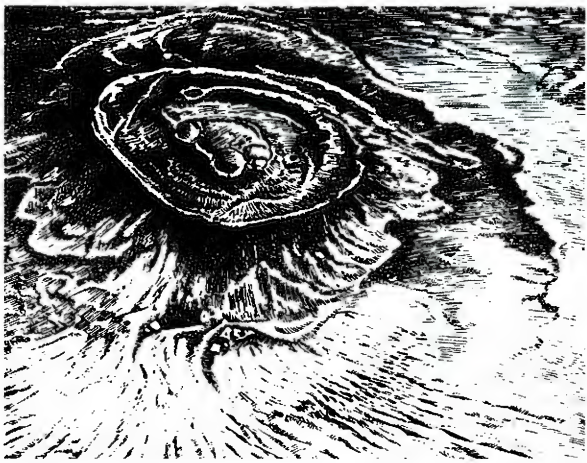
лометров. Их периоды обращения — 7 часов 40 минут и 30 часов 12 минут. Спутники Марса получили названия **Фобос** и **Деймос**.

Сильно разреженная атмосфера Марса позволяет издалека хорошо видеть поверхность планеты. Был бы только сильный телескоп! Поэтому задолго до начала космической эры люди смогли увидеть на «красной планете» много такого, что делает Марс наиболее интересной и в то же время загадочной планетой. Конечно, первая особенность Марса — это красновато-желтый цвет его поверхности. Кроме того, давно известно, что там есть так называемые полярные шапки — белые пятна в области полюсов. Их образует замерзшая вода в виде снега или инея. Позже было установлено, что кроме замерзшей воды в полярных шапках Марса находится также углекислый газ в виде снега, который образуется при температуре около минус 130 °С, обычной для полюсов Марса в зимнее время.

Красно-желтая цветовая гамма Марса вызвала естественное предположение, что поверхность планеты представляет собой обширные пустынные равнины. Темные пятна на оранжевом фоне Марса были сначала названы морями. Но это чисто условное название, так как на них никогда не наблюдалось отражение Солнца, что говорит об отсутствии там воды. Отсутствие резких переходов от светлых областей к темным создает впечатление, что на Марсе нет и резких перепадов высоты. Но дан-

Каньоны на Марсе

ные, полученные автоматическими межпланетными станциями (**советскими «Марс-2, 3, 4, 5, 6 и 7»**, американскими **«Маринер-4, 6, 7, 9»**, **«Викинг-1 и 2»**) значительно изменили картину красной планеты. Оказалось, что на Марсе есть и метеоритные кратеры, и глубокие каньоны длиной в тысячи километров, и горные хребты с высокими вершинами. Громадный вулканический конус **«Никс Олимпика»** имеет основание диаметром в 500 км и кратер шириной в 40 км. А горы на Марсе такие, каких нет на Земле: например, высота **Олимпа** — 27 тысяч метров. Втрое выше наше-



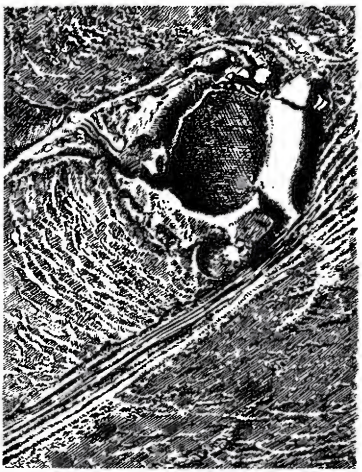
Вулкан Олимп на Марсе

го **Эвереста!** Причина понятна: малая сила тяжести. Однако подробности марсианского рельефа часто мешают разглядеть пылевые бури, длящиеся по многу месяцев. Вся атмосфера планеты бывает так насыщена мелкой пылью, что ее желтые тучи сами воспринимаются наблюдателем как детали поверхности.

Полярные шапки Марса зимой увеличиваются, а за лето почти исчезают. Конечно, марсианское лето — не то, что наше земное. На экваторе, в самый безоблачный полдень, температура редко превышает 25 градусов, а ночью опускается до минус 70, как в Якутии. А зимой там вообще «сплошная Антарктида», и даже более того — у полюсов морозы достигают минус 150 градусов. Из-за песчаного грунта обширные территории Марса похожи на земные пустыни. Есть и такие черты марсианского

«лица», которые позволяют предположить, что когда-то на Марсе была совсем другая обстановка. Например, там встречаются длинные извилистые ложбины с притоками. И, пристально разглядывая эти топографические детали, ученым приходится — никуда не денешься! — признать, что они представляют собой русла рек, когда-то (невообразимо давно) протекавших на Марсе. Да, не в **«Марсианских хрониках» Рэя Брэдбери**, а на самом настоящем Марсе, где сейчас вода обнаруживается — да и то с трудом! — только в виде пара, на этом иссушенном и вымороженном песчано-глинистом красном шероховатом шаре!

Красный тревожный блеск загадочной планеты всегда напоминал впечатлительным людям о крови и железной ржавчине. Видимо, по этой причине древние римляне назвали ее именем Марса — кровавого бога войны (Ареса у греков). Этот бог считался покровителем не только воинов, но также цирюльников и хирургов — людей всех профессий, имеющих дело с кровью и железом. Но прежде всего Марс почитался в Риме как бог



Каналы на Марсе — это русла высохших рек

Марс

войны. Согласно мифологии этот бог, изображавшийся рыжебородым, со свирепым выражением налитых кровью глаз, был грубым, жестоким и кровожадным, отличался наглостью, строптивостью и непостоянством. Всегда его сопровождали два верных и таких же безжалостных, как их босс, телохранителя, которых звали Страх (Фобос) и Ужас (Деймос). Этими же именами были названы и спутники планеты Марс.

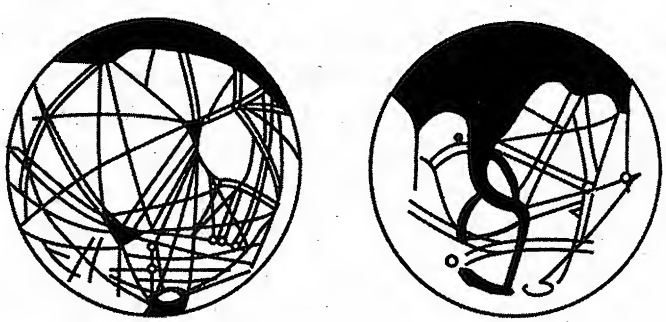
ТАК ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ НА МАРСЕ?

Хотя Марс намного меньше и холодней Земли, у него все-таки больше сходства с нашей родной планетой, чем у привлекающей великолепием блеска издалека, но обжигающей и подавляющей вблизи красавицы Венеры. И сутки на Марсе почти земные, и хоть редкая, но есть атмосфера, и вода имеется, и две маленьких луны кружатся в темно-фиолетовом марсианском небе... Интересно, как они смотрятся оттуда, с Марса? И вообще — есть

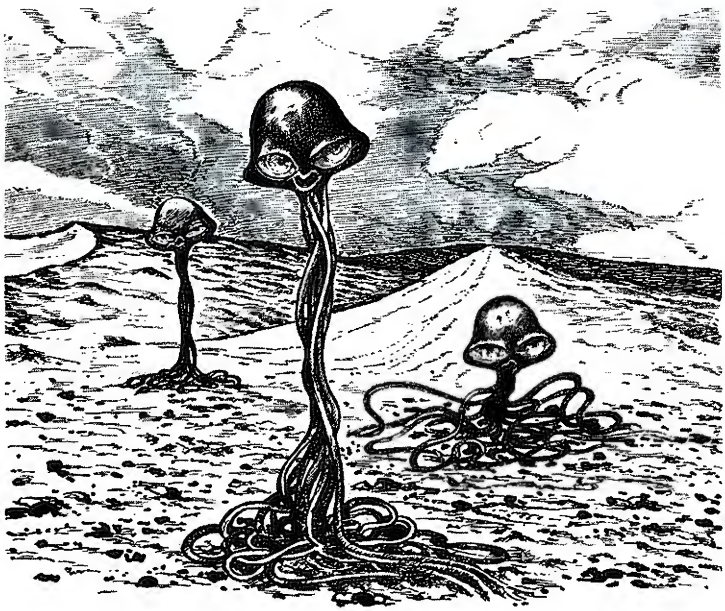
ли там кому смотреть на небо и в том числе на нашу планету?

В 1877 году, в период очередного великого противостояния, итальянский астроном **Скиапарелли** нанес на бумагу все, что увидел в телескоп на багровом диске марсианского мира. Оказалось, что целые области окрашены в темные и светлые тона, между ними протягивались какие-то линии... «Так это же моря и горы, острова и каналы! Значит, на Марсе есть люди, техника, наука...» —восторженно писали, узнав об этом, журналисты XIX века.

Разговоры о морях и каналах Марса вдохновили не одно поколение писателей-фантастов и художников-космистов. Наверное, можно собрать целую коллекцию литературно-картинных марсиан — от спрутоподобных чудовищ **Герберта Уэллса («Война миров»)** до бесплотных теней вымерших обитателей планеты в «Марсианских хрониках» Рэя Брэдбери. И совершенно наособицу стоит роман



Каналы на Марсе, как их видели в телескоп Скиапарелли и Ловелл



Марсиане

А. Н. Толстого «Аэлита» и его незабываемые герои — инженер Лось, красноармеец Гусев, марсианский император Тускуб и его дочь Аэлита, давшая свое имя кораблям, кафе и книжным магазинам...

Есть ли жизнь на Марсе? К «красной планете» отправлялись и советские автоматические межпланетные станции «Марс» с порядковыми номерами от 1 до 7, и американские станции «Маринер» (с 4 по 9), «Викинги» (1 и 2) — но ни одна из них не ответила на этот вопрос. Правда, получено много другой важной информации о Марсе и его спутниках. В распоряжении ученых фотографии спутников Марса, по-

верхности планеты с метеоритными и вулканическими кратерами, кольцевыми горами. Есть в лабораториях и пробы марсианского грунта, но в них не обнаружено даже самых примитивных форм растительной жизни...

Правда, и на Земле есть места, пробы грунта из которых тоже не содержат признаков жизни. Когда еще при жизни С. П. Королева готовили запуск очередной станции на Марс, предполагалось доставить туда **спектрорефлексометр**, который и должен был выявить присутствие жизни. Однако при наземных испытаниях в Байконурской степи, покрытой травой и цветущими дикими тюльпанами, кишащей сусликами и ящерицами, прибор выдал неожиданный результат: в казахстанской

Каналы на Марсе

степи жизнь отсутствует. Но мы-то знаем, что она там есть!

А вот была ли разумная жизнь на Марсе — этот вопрос до сих пор остается открытым.

«НЕ ВЕЛЕНО НИКОГО ПУЩАТЬ!»

А еще замечено, что Марс «не подпускает» к себе и спутникам космические корабли. Успехи можно пересчитать по пальцам: американские «Маринер-4, 6, 7 и 9», советские «Марс-3, 4, 5 и 6», два «Викинга»... С Луной, Меркурием, Венерой, далекими Юпитером и Сатурном, их спутниками, с Ураном и Нептуном получалось почти все запланированное, а с соседним Марсом — никак. Вблизи красной планеты пропало более 10 автоматических станций. Ни одна другая планета не потребовала столько жертвоприношений! В 1988–1989 гг. потерпели неудачу советские АМС **«Фобос-1»** и **«Фобос-2»**. В 1993 г. при подлете к марсианской орбите погибла самая дорогая за всю историю космонавтики **«Марс обсервер»**. Создавалось впечатление, что некая сила целенаправленно мешает людям Земли проникнуть в тайны Красной планеты.

Перелом наступил, казалось, в июле 1997 года, когда на поверхность Марса опустился американский автоматический аппарат **«Марсианский следопыт»**. Но вышедший из недр станции шестиколесный робот-марсоход **«Стран-**

ник» удалился от «Следопыта» на 10 метров, наткнулся на крупный камень — и все... В 1999 году одна американская АМС сгорела в атмосфере Марса, другая бесследно исчезла при подлете. А научно-популярные издания до сих пор помещают загадочный фотоснимок, переданный еще в 1989 году «Фобосом-2» за несколько секунд до прекращения связи. На этом кадре — тень земной АМС на освещенной марсианской поверхности, а вблизи — тень устремленного к АМС неизвестного крупного объекта сигарообразной формы... При этом авторы публикаций обходят вниманием объяснение природы таинственного объекта, обнародованное в научной периодике. Объяснение довольно обычное — погрешность съемочной аппаратуры, что нередко случается. А что там было на самом деле, теперь уже никто не узнает...

МАРСИАНСКИЕ РЕБУСЫ И ШАРАДЫ

Да, эта странная планета постоянно, начиная с восемнадцатого века, задает людям хитрые задачи. Вы уже знаете о двух спутниках Марса Фобосе и Деймосе, которые были открыты Холлом в 1877 году. А теперь возьмите книгу **Джонатана Свифта** «Путешествия Гулливера», где есть раздел о путешествии в Лапуту. Там вы прочитаете, что в лапутянской академии наук Гулливер узнал и о спутниках Марса: «*...Ближайший... удален от центра этой пла-*

неты на расстояние, равное трем ее диаметрам, а более отдаленный находится от нее на расстоянии пяти таких же диаметров. Первый совершает свое обращение в течение десяти часов, а второй в течение двадцати одного с половиной часа...» Кстати, о наличии спутника у Марса писал тогда же грузинский ученый и писатель **Сулхан Саба Орбелиани.**

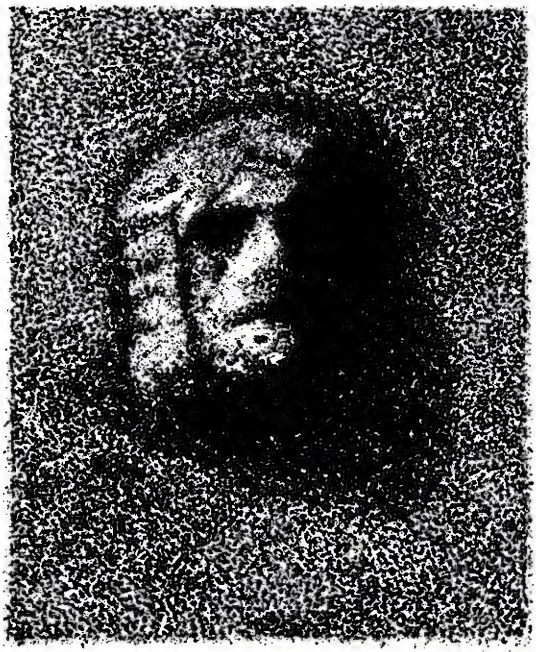
Желающим представляется возможность проверить, насколько точны лапутянские сведения о величине орбит спутников Марса. Но главный вопрос в другом: откуда знал об этих спутниках ирландский аббат Свифт почти за 150 лет до их открытия? А в 1939 году, в одном из хранилищ старинных рукописей Армении, был найден свиток папируса из Древнего Египта. На этом папирусе изумленные историки увидели карту поверхности Марса, а окружность с кружком обозначала спутник планеты. Папирусу этому было три тысячи лет...

Но это еще не все. Время от времени в печати появляются сообщения о космических снимках Марса, на которых видны какие-то странные, загадочные объекты, напоминающие искусственные сооружения огромных, даже циклопических размеров. Некоторые видят в них пирамиды, подобные египетским, только намного выше.

Не находят никаких объяснений и странные оптические явления на Марсе — то красное свечение, то яркие белые пятна. В 1892 году профессор **Пикеринг** наблюдал на неосвещен-

ной стороне Марса яркий источник света, который находился на высоте примерно 30 километров над поверхностью планеты. В 1900 году астрономы наблюдали целую серию огней, расположенных по прямой линии длиной в сотни километров. Все это продолжается и по сей день — только за последние 20 лет на Марсе зафиксировано более 30 вспышек и свечений.

Время от времени высказываются даже предположения, что когда-то на Марсе процветала высокоразвитая цивилизация, которая в связи с ухудшением климатических условий перешла под поверхность планеты, где существует и до сих пор... Ведь и на Земле известно немало легенд и преданий о древних народах (чаще всего малорослых, чуть ли не карликовых), населявших некогда горные местности Ирландии, Шотландии, Скандинавии, Кольского полуострова и вообще Русского Заполярья, ушедших в подземные пустоты от нашествия пришельцев — кельтов, германцев, новгородцев... Стоит ли исключать такую возможность? Именно о подобной цивилизации Марса, ушедшей под поверхность планеты, говорил в свое время белорусский ученый, академик **В. Ф. Купревич.** Он считал, что в планы марсиан не входят непосредственные контакты с представителями земного человечества. Это вызвано тем, что марсианской цивилизации есть что скрывать от нас. Кроме того, сами они хорошо осведомлены о земной жизни и, более того, стараются влиять на раз-



Лик на Марсе

витие нашей цивилизации в нужном для марсиан направлении.

Во всяком случае, есть на Красной планете обитатели или нет, все-таки стоит посмотреть внимательно на фотоснимки поверхности Марса, на пирамиды, **«лицо сфинкса»**, на **«угловую структуру»**... Почему «лицо сфинкса», несколько лет занимавшее воображение любознательных людей, через некоторое время вдруг исчезло с поверхности Марса, и на его месте осталась холмистая возвышенность, ничего общего не имеющая с прежним снимком? Чем это можно объяснить? А эти прямые свет-

лые полосы на снимке, переданном «Марине-ром-9»? Ширина каждой полосы 2–2,5 километра, а протяженность большей полосы — около 45 километров. Что это? Тоже погрешности съемочной аппаратуры? Правда, такого объяснения никто за прошедшие десятилетия не предлагал.

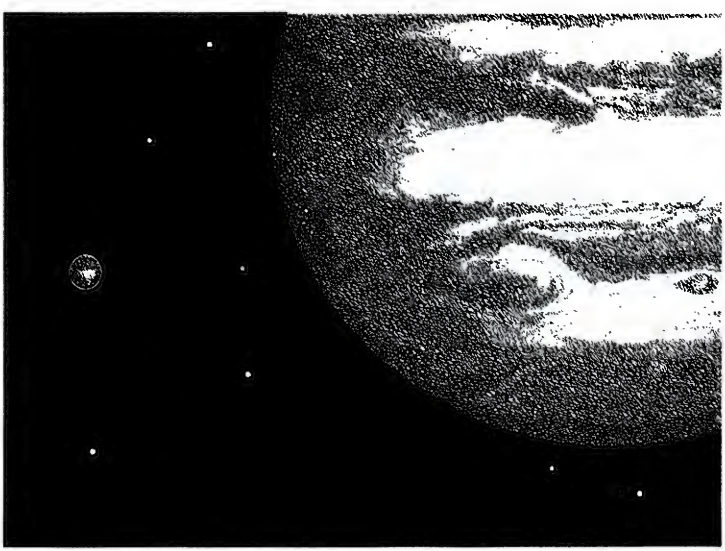
На эти и другие вопросы ответы будут получены не ранее начала освоения Марса пришельцами с Земли. Когда это будет? В компетентных кругах говорят, что первая экспедиция людей на Марс должна состояться в первой половине и даже в первой четверти XXI века. При обсуждении вопроса о более точной дате пессимисты иронически усмеха-

Светлые полосы на Марсе

ются, оптимисты называют 2007 год, а трезво мыслящие специалисты планируют старт к Красной планете на 2019 год. Посмотрим!

ЦАРСТВЕННАЯ ПЛАНЕТА

На нашем ночном небе **Юпитер** по яркости уступает только Луне и Венере. Это несмотря на то, что он находится намного дальше их от Земли: его удаление от Солнца — 778 миллионов км, или 5,2 а.е. Из всех планет-гигантов этот великан самый огромный и величественный. Юпитер стал первой из планет, у которых были обнаружены спутники. В настоящее время известно более 16 спутников Юпитера.



Юпитер и его спутник Ио

Из характеристики планеты видно, что ее диаметр 142 000 км — в 11 раз больше земного. Это значит, что, будь Юпитер пустотелым шаром, вдоль его оси разместилось бы 11 таких шаров, как Земля. Объем гигантской планеты в 1310 раз больше земного.

А вот масса Юпитера больше массы Земли не в 1310, а всего в 318 раз — потому что его средняя плотность почти в четыре раза меньше, чем плотность «тверди земной», а сила тяготения на нем в 2,3 раза больше, чем на Земле. Сутки на Юпитере — 9 часов 55 минут. Год Юпитера длится 12 земных лет. Ось гигантской планеты наклонена незначительно, поэтому на планете практически нет смены времен года. Средняя температура поверхности около минус 145 °С. Атмосфера состоит в основном из водорода, а также метана и гелия, ее плотность примерно в 100 раз больше, чем плотность воздуха на Земле. Кроме того, у Юпитера мощное магнитное поле и сильное радиоизлучение.

Юпитер заметно сплюснут у полюсов. Причина этого — большая скорость вращения и малая средняя плотность вещества. Жидковат гигант Юпитер! Вещество его на 90 процентов состоит из легчайших газов — водорода и гелия, находящегося в разных агрегатных состояниях. Основная масса планеты сосредоточена в центральном ядре, которое состоит из металла, точнее сказать — из **металлического водорода**. Непросто представить себе водород,

молекулы которого спрессованы до такой вот металлической плотности, но на Юпитере это возможно. Поэтому ядро Юпитера содержит большую часть всей массы. Температура в центре Юпитера может достигать 100 000 градусов, но низкая теплопроводность вещества не позволяет прогреваться всему объему планеты, и снаружи держится температура около минус 145 °С.

Между ядром и атмосферой вещество Юпитера постепенно переходит из твердого состояния в жидкое, а из жидкого — в газообразное. То, что мы видим и воспринимаем как поверхность планеты, на самом деле не что иное, как поверхность плотной непрозрачной атмосферы, покрытой густыми облаками. Давление атмосферы на Юпитере так велико, что ее нижние слои сжаты до жидкого состояния. Эта особенность отличает все планеты-гиганты от планет земной группы. Средняя плотность Юпитера имеет малую величину, так как получается от деления известной массы планеты на огромный объем, в который входят все фазы планетного вещества — твердая, жидкая и газообразная.

Вместе с **водородом** и **гелием** на Юпитере в небольшом количестве присутствуют **метан** и **аммиак**. На Земле они тоже встречаются, но, попадая в нашу атмосферу, под действием солнечного света очень быстро разлагаются на составные элементы. Однако на Юпитере этого не происходит. Во-первых, планета очень далека от Солнца и свет его уже не так интенси-

вен. Во-вторых, большая сила тяжести удерживает свободный водород, необходимый для образования этих газов. Способствует этому и низкая температура в атмосфере Юпитера.

В том, что на Юпитере почти все — твердое ядро, жидкая оболочка и газообразная атмосфера — состоит из тех же самых веществ, находящихся в разных агрегатных состояниях, нет ничего особенного — такое можно видеть и на Земле. Вот, например, льдина. При потеплении на ее поверхности образуется вода. А в солнечную погоду можно видеть, как над водой струится пар. Но ведь и лед, и вода, и пар — это все та же вода, только в твердом, жидком и газообразном состоянии.

Юпитер (в греческой мифологии — Зевс)

О том, что Юпитер — планета необычная, догадывались, видимо, и астрономы глубокой древности. Мудрые халдеи, жрецы Вавилона библейских времен, присвоили ему имя **Мардука**, царя богов. Персидские астрологи-зороастрийцы называли его по имени своего верховного божества — **Ахура-Мазда**. Античные

эллины чтили его как планету Зевса — олимпийского бога-громовержца. Римляне, поклонявшиеся тем же богам Олимпа, сохранили за ним царское имя (Юпитер — римское наименование Зевса).

БУРИ, ВИХРИ И ПЯТНА ЮПИТЕРА

Первым же астрономам, наблюдавшим Юпитер в телескоп, бросилась в глаза полосатость этой планеты. Коричневато-серые полосы, располагаясь между сероватыми полярными шапками Юпитера, тянутся параллельно экватору, постоянно изменяя густоту, размеры и положение. Они дробятся, тощают и полнеют, принимают волнообразную форму, иногда перекидывают друг к другу мосты-перемычки. Но главные особенности остаются неизменными уже почти четыре столетия: всегда присутствуют две полосы вблизи экватора и две — в умеренных широтах. Все эти полосы — облака и тучи в атмосфере планеты. Различие их по цвету вызвано тем, что они состоят из разных газов. А вытянутая форма облаков — результат быстрого вращения Юпитера. Атмосфера Юпитера вращается вместе с планетой, делая один оборот за те же 9 часов 55 минут. Но иногда газовые массы Юпитера «выходят из подчинения» и не только вращаются с другой скоростью, но и вообще движутся навстречу вращению самой планеты.

Как видно на фотографиях Юпитера, в его плотной атмосфере, помимо движущихся облачных полос, постоянно крутятся гигантские вихри циклонов и антициклонов. Но если на Земле подобные атмосферные вихри держатся сутками или неделями, то на Юпитере они царствуют годами и десятилетиями. Особенно интересно то, что для появления всех упомянутых выше атмосферных вихрей (циклонов и антициклонов) явно недостаточно тепловой энергии далекого Солнца. Значит, есть на Юпитере какой-то свой, внутренний источник тепла. Это при минус 145 градусах на поверхности! А иначе как объяснить, почему повышается температура поверхности, если на нее падает тень одного из спутников? Причем повышается не на два-три градуса, а сразу на все 50! Хотя, как известно, в тени всегда прохладнее... Но только не на Юпитере! Однако вспомним, что, как уже упоминалось, в центре планеты, скорее всего, есть мощный источник тепловой энергии. Из-за этого внутреннего источника тепла некоторые исследователи считают Юпитер «несостоявшейся звездой» и даже соперником Солнца. Но если энергии этого «котла» недостаточно для превращения Юпитера в звезду, то ее вполне хватает на раскручивание мощных атмосферных вихрей.

Долгое время подобным вихрем считалось и **Большое Красное Пятно**, видимое на Юпитере с тех пор, как эту планету стали наблюдать в телескопы. Первым его заметил француз-

Красное пятно на Юпитере (1) и Земля (2) (сравнительные размеры)

ский астроном **Кассини** в 1664 году. Этот огромный (размером 13 000 на 45 000 км, то есть по всем параметрам больше Земли) загадочный объект перемещается над поверхностью планеты независимо от движения всей атмосферы. В течение трех с половиной веков размеры и форма Пятна существенно не изменялись, но цвет и его интенсивность колеблются: в 1870 г. Красное Пятно было особенно ярким, а в наше время его яркость поблекла. Правда, будь Пятно атмосферным вихрем или облаком, вряд ли оно так долго и упорно сохраняло бы форму и размеры.

Высказывались предположения, что Красное Пятно — остров вулканической лавы. Есть аргументы и в пользу того, что Пятно — не

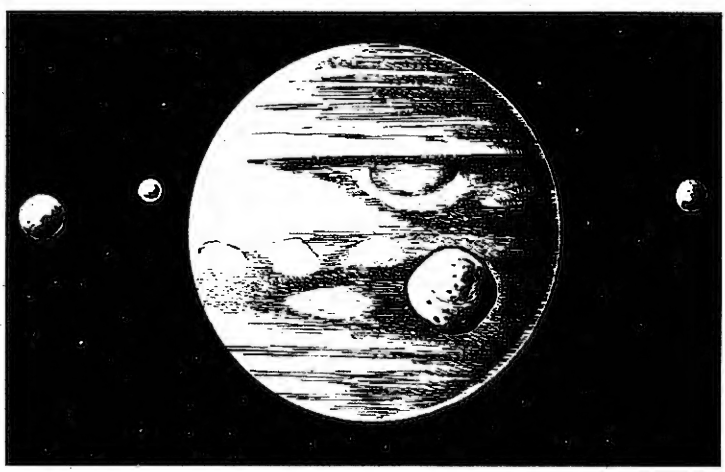
жидкое или газообразное, но твердое образование. Американские исследователи-биохимики, основываясь на экспериментальных данных, выдвинули гипотезу, что в составе Красного Пятна присутствуют сложные полимеры и вещества, из которых синтезируются аминокислоты — «строительные материалы», необходимые для возникновения жизни. А что? В принципе возможность жизни на Юпитере не отрицается. Другое дело, что формы этой жизни могут быть совершенно иными, чем на Земле. Главное, чтобы это была Жизнь!

Оригинальную гипотезу о происхождении Красного Пятна предлагал в 1950 г. американский ученый **Э. Великовский**. По его мнению, это не что иное, как след космической катастрофы, в результате которой часть вещества Юпитера отделилась и после блужданий между орбитами планет заняла свое место вблизи Солнца, превратившись в Венеру. Для подтверждения своей правоты Великовский ссылается на древнегреческий миф о рождении **Афины-Паллады** из головы **Зевса**. И хотя планета получила имя в честь Афродиты-Венеры, автор гипотезы утверждает, что планета Венера одновременно ассоциировалась с Афиной, которая также считалась богиней утренней зари.

...А не так давно на Юпитере обнаружено еще одно пятно — **Черное** или **Серое**, которое движется с такой же скоростью, но на противоположной стороне планеты. Красное и Черное как будто вечно догоняют друг друга...

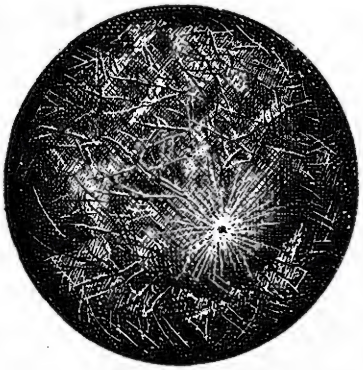
СНАЧАЛА ИХ БЫЛО ЧЕТЫРЕ...

Говоря о Юпитере, обязательно вспоминают о его спутниках. С 1610 до 1892 год их было известно только четыре — Ио, Европа, Ганимед, Каллисто — так называемые **«Галилеевы луны»**. (Между прочим, если Галилей смог разглядеть их в свой телескоп, то каждый любознательный читатель может — элементарно! — увидеть это завораживающее зрелище в хороший современный бинокль. При желании, конечно). В книгах издания до 1970-х годов упоминалось уже 12 спутников. Сейчас их известно 16: Ио, Европа, Ганимед, Каллисто, Амальтея, Гималия, Элара, Пасифе, Синопе, Лиситея, Карме, Ананке, Леда, Фива, Адрастея, Метида. Но и это не предел — во время написания этих строк пришла информа-



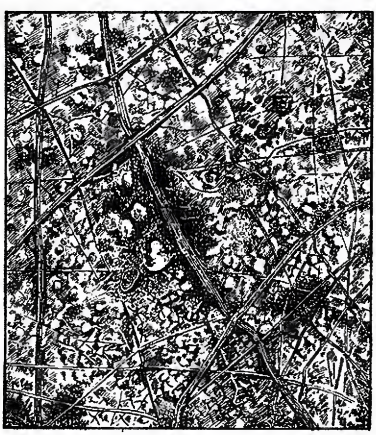
Галилеевы спутники Юпитера

ция об открытии автоматическими межпланетными станциями еще нескольких спутников, правда, очень небольших размеров.



Спутник Юпитера — Европа

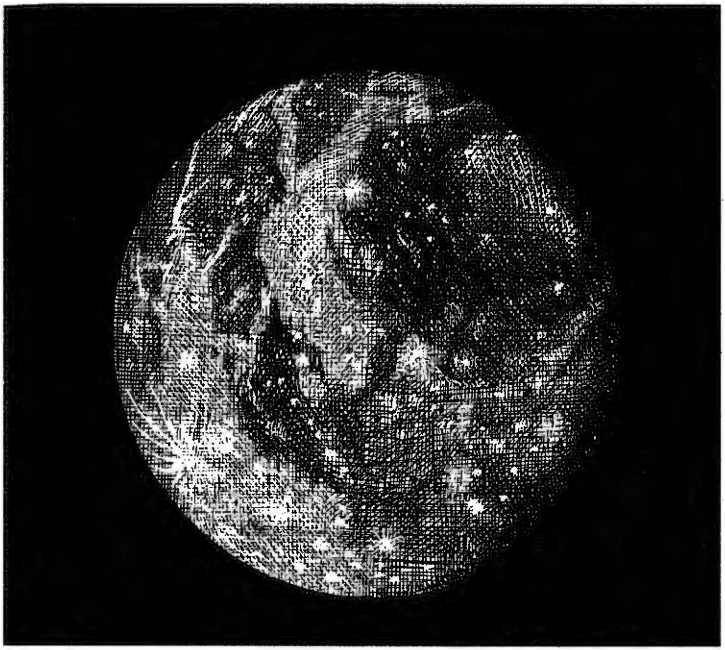
В последнее время некоторые спутники Юпитера привлекают внимание своим сходством с нашей родной планетой. Совсем недавно, в 1997 году, автоматическая космическая станция **«Галилео»** (США) передала на Землю высококачественные фотографии Европы. Эта юпитерианская «луна» по размерам вчетверо меньше Земли, но ее поверхность покрыта мощным слоем льда. Однако если лед — это вода, то вода — это возможность жизни! Под поверхностью этого ледяного панцыря угадываются горные хребты и русла рек, но, кроме того, видны и какие-то линейные структуры, напоминающие земные трубопроводы.



Поверхность Европы — спутника Юпитера

Интересен и Ганимед, на котором обнаружены огромные массы соленой воды. Под ледяным панцырем толщиной в 160 километров находится океан. Гигантское давление не дает ему замерзнуть даже при температуре в минус 68 градусов. Ганимед имеет магнитное поле, а внутри спутника есть металлическое ядро. Кроме того, на этой «галилеевой луне» существуют действующие вулканы. Отличаются они тем, что извергают не расплавленную лаву, а ...густую соленую воду! И вообще Ганимед — самый странный из спутников Солнечной системы: он, подобно соседней планете Сатурну, окружен собственным кольцом, состоящим из мелкой пыли. Спутник по имени Ио знаменит тем, что как и сам Юпитер, обладает магнитным полем. Кроме того, на нем более 30 вулканов. Один из них непрерывно извергается вот уже более 20 лет! Спутник Каллисто похож на Ганимед и тоже покрыт льдом, под которым плещется такой же океан.

А многие тысячи самых мелких спутников Юпитера сгруппированы в кольцо. Да, в 1979 г. АМС **«Вояджер-1»** и **«Вояджер-2»** передали на Землю фотографии, на которых видно, что Юпитер обладает очень тонким полупрозрачным кольцом, состоящим из льда и камней. Гипотезу о существовании у всех планет-гигантов колец из мелких камней и пыли высказывал еще в 1960 г. профессор **С. К. Всехсвятский**. Практика блестяще подтвердила теорию! Но бесполезно отыскивать кольцо Юпи-

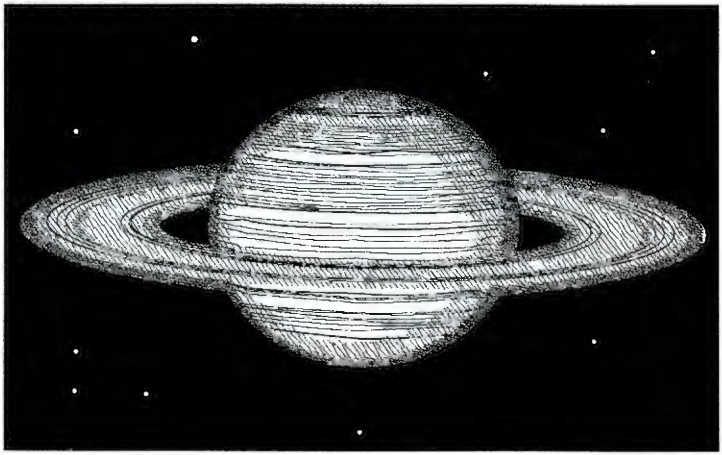


Ганимед — спутник Юпитера

тера, глядя в телескоп — оно слишком тонкое, очень темного цвета и совершенно невидимое с Земли, потому что всегда лежит в плоскости эклиптики.

ГИГАНТ № 2

Сатурн — вторая планета из группы гигантов. Расстояние от Солнца — 1 427 миллионов км, или 9,5 а. е, поэтому год на нем длится без малого 30 земных лет. Диаметр — 120 000 км (почти десять земных). Сатурн во многом по-



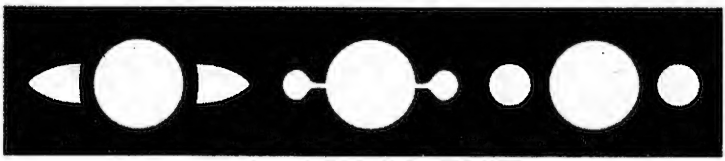
Сатурн

хож на Юпитер: он тоже сплющен с полюсов из-за быстрого вращения (его сутки — 10 часов 14 минут) и малой плотности (0,13 плотности земного вещества и 0,7 плотности воды). Судя по плотности, Сатурн не просто жидкая, а очень жидкая планета. Его вещество жиже воды! Масса Сатурна в 95 раз больше массы Земли, но при этом сила тяготения на нем почти как на Земле. Сатурн значительно дальше от Солнца, чем Юпитер, и средняя температура его поверхности — минус 170 °С. Ось Сатурна наклонена к плоскости планетной орбиты на 27 градусов. Атмосфера примерно такой же плотности, как на Юпитере, и состоит в основном из водорода, гелия, метана и аммиака.

У Сатурна — более 22 спутников. Кроме них, вокруг Сатурна вращаются кольца, лежащие в плоскости его экватора.

Атмосфера Сатурна, состоящая из тех же газов, что и сама планета, постоянно в движении. Бури на Сатурне страшнее юпитерианских — скорость ветра там достигает почти двух тысяч километров в час! Есть на Сатурне и свое пятно, которое появляется перед глазами астрономов через каждые 30 лет. Только не красное, как на Юпитере, а белое. **Белое Пятно** Сатурна впервые явилось взорам астрономов в начале 1930-х годов. Это пятно отличается тем, что постоянно растет. Когда его видели в последний раз (в 1990 году), оно закрывало собой четвертую часть видимой поверхности планеты.

Но самое главное, чем знаменит Сатурн, — это его кольцо. Широкое, тонкое, плоское, оно опоясывает планету по экватору и отстоит от нее примерно на половину своей ширины. Ширина кольца в четыре раза больше диаметра земного шара, а его толщина — несколько километров. Кольцо это, конечно, не сплошное: оно состоит из каменных и ледяных частиц разных размеров. Но вот что интересно: несмотря на гигантские размеры кольца, люди его долго не замечали. Дело в том, что **кольцо Сатурна** опоясывает планету по экватору, а ось вращения самого Сатурна наклонена к плоскости его орбиты на 27 градусов. Проходя свою орбиту, планета время от времени оказывается в таком положении, что кольцо повернуто к наблюдателю ребром. Разглядеть его в этом случае довольно трудно.



Такими Галилей видел кольца Сатурна в телескоп

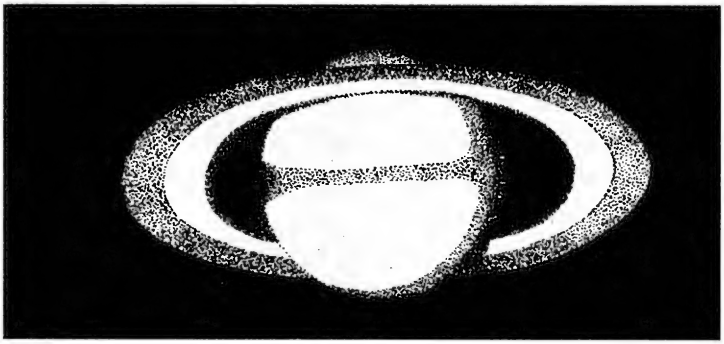
Но Галилей, наведя телескоп на Сатурн, не разглядел колец совсем по другой причине. Положение планеты было самым удобным для наблюдения. Просто телескоп был еще слабоват — он давал всего лишь 30-кратное увеличение. Да и оптика той поры была далека от совершенства. То, что увидел Галилей, современный школьник мог бы сравнить с портретом Чебурашки — круглая голова и уши. Зрелище удивило и озадачило великого ученого. После длительных размышлений он решил, что эти «уши» — два больших спутника, симметрично расположенных по обе стороны планеты. Два чувства боролись в нем: гордость первооткрывателя и опасение грубой ошибки. И Галилей записал свое открытие в зашифрованном виде. Криптограмма сообщала разумеющим: *«Высочайшую планету тройною наблюдал»*. Высочайшей планетой называли Сатурн по той простой причине, что более удаленных от Солнца планет наука еще не знала. Галилей так и не сообщил публично о своем открытии, так как через несколько лет «уши» он уже не наблюдал...

А спустя тридцать пять лет голландский физик **Христиан Гюйгенс**, вооруженный бо-

лее сильными стеклами, увидел истинную картину и записал — сначала в дневнике наблюдений анаграмму, а позже, в книге «Система Сатурна», расшифрованную фразу: *«Кольцом окружен тонким, плоским, нигде не прикасающимся, к эклиптике наклоненным»*. Гюйгенс же и объяснил причины того, что кольцо Сатурна в разные годы принимает разные виды. Если бы кольцо Сатурна не было наклоненным к эклиптике, как и ось вращения самой планеты, оно вообще не было бы видимым с Земли, подобно кольцу Юпитера.

КОЛЬЦА: ВБЛИЗИ И ПОДРОБНО

При наблюдениях в более мощные телескопы стало видно, что кольцо у Сатурна — не одно. Правильнее было бы сказать, что кольцо это — многорядное, то есть фактически это целая **система колец**. Сначала астрономы увидели темную щель, разделяющую кольцо на внутреннюю и внешнюю части — их назвали кольцами «А» и «В». Знаменитую щель назвали по имени ее первооткрывателя — **«щель Кассини»**. Затем была обнаружена более узкая «щель Энке», а вслед за ней открыли так называемое «креповое кольцо» «С» — самое внутреннее, из-за слабой освещенности еле видимое. Получилось, что Сатурн окружают четыре кольца, входящих одно в другое. Позже



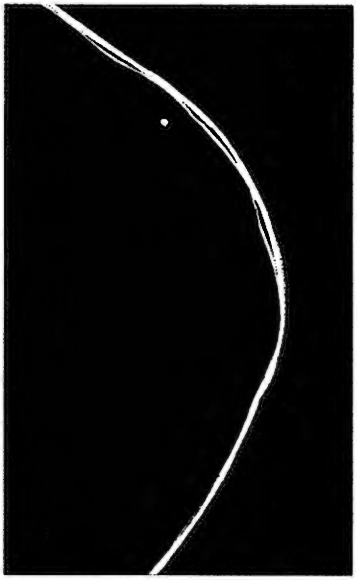
Кольца Сатурна

разглядели, что их, кажется, пять... нет, шесть... семь, восемь... девять, десять, одиннадцать... больше!

А когда вооруженные всевидящими телекамерами автоматические станции «Вояджер», приблизившись к Сатурну, передали на Землю фантастически яркие и четкие изображения, стало ясно, что колец этих — многие сотни. Но и это еще не все. Некоторые кольца ведут себя вопреки всем законам механики. Например, три очень тонких кольца переплетены между собой, как волокна в нитке. Астрономы говорят: «Этого не может быть! Но это — есть... Почему? Не знаем... Сами удивляемся!»

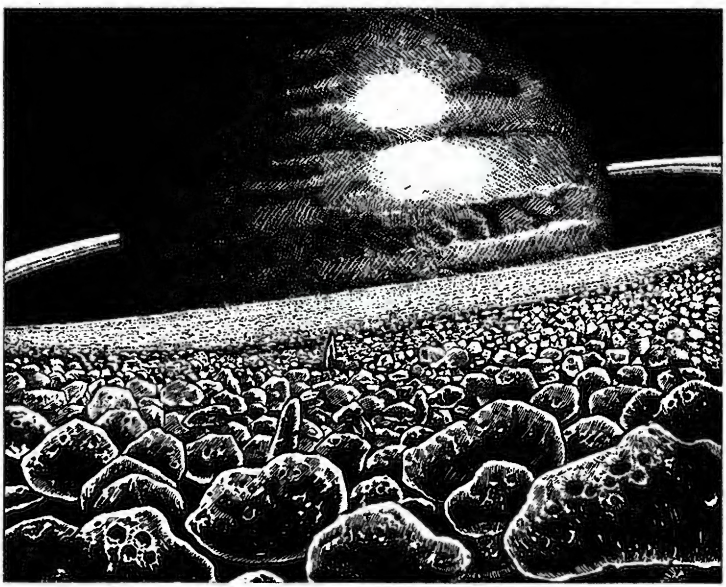
Но кольцо Сатурна не только многорядное — оно, кроме того, еще и не сплошное. Об этом подумали, когда стали замечать, что через кольца просвечивают звезды. Более того — звезды при этом видны почти такими же яркими (так бывают видны электрические лампы через окна, забраннные столь обычной для нашего време-

ни железной решеткой...) И не только звезды, но и спутники Сатурна, светящие отраженным светом, бывают достаточно хорошо видимы в тени внутреннего кольца. Было сделано предположение, что кольца состоят из мелких частиц — камней, льдинок, пыли. Размеры этих частиц — от десятых долей миллиметра до нескольких метров. Иными словами, кольца Сатурна — это громадные скопища метеоритов, сгруппированные в красивые геометрические фигуры. Физико-математические вычисления показали, что сплошное кольцо, твердое или жидкое, было бы неизбежно разрушено силами тяготения самой планеты и ее крупных спутников, а поэтому просто не может существовать. А советский академик **А. А. Белопольский** доказал правоту этой гипотезы с помощью спектрального анализа.



Переплетенные кольца Сатурна

Гюйгенс в свое время назвал кольцо Сатурна тонким. Это действительно так, потому что даже его толщина в 1,5—3 километра — чрезвычайно малая величина по сравнению с



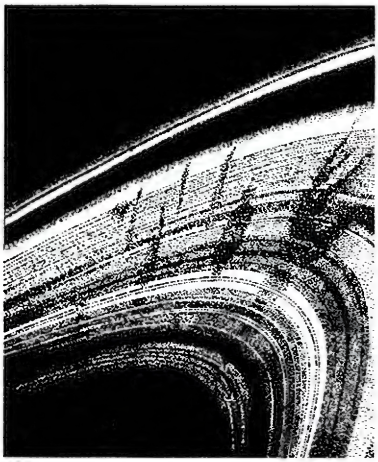
Кольца Сатурна —
это скопления метеоритов, сгруппированные
в красивые геометрические фигуры

шириной даже самого «узкого» участка — щели Кассини, равной 5000 км. Кольцо «А» имеет ширину 16 000 км, кольцо «В» — 26 000 км, а кольцо «С» — 18 000 км. Получается, что ширина всей системы колец кольца «А» равна 55 000 км. Чтобы получить наглядное представление об относительных размерах кольца Сатурна, можно сделать его геометрически подобную модель. Для этого пришлось бы вырезать и склеить из обычной типографской бумаги кольцо шириной в 1,6 м с внешним диаметром в 7,2 м и внутренним в 4,0 м. Правда ведь, получилось очень тонкое кольцо?

ХРОНОС — НЕБЕСНЫЙ ХРОНОМЕТР

Как известно, планета Сатурн названа по имени древнеримского бога. У эллинов этот бог носил имя **Хронос (Кронос)**. Это имя вызывает в памяти похожие слова — хроника, хронометр, хронология... Все эти понятия действительно происходят от имени Хроноса-Сатурна — бога Времени и Судьбы. Сейчас трудно сказать, почему именно эту величественную планету древние астрономы назвали именем сурового божества. Мифический Хронос-Сатурн изображался безжалостно пожирающим своих детей, что должно было означать необратимость хода Времени — Четвертого Измерения. Но вот что странно: планета Сатурн действительно похожа на часы! Она как будто «работает» хронометром Солнечной системы.

Хронос



«Спицы» на кольцах Сатурна

Дело в том, что космическая станция «Вояджер-2» открыла на Сатурне таинственный источник радиоволн. Этот источник посылает в просторы космоса мощный короткий радиосигнал через каждые 10 часов 39 минут 24 секунды. Как будто объявляет по радио: «Уважаемые разумные обитатели Солнечной системы, если вы есть! Проверьте ваши часы!» Сходство планеты с часами усиливается еще и тем, что по кольцам Сатурна постоянно движутся какие-то темные радиальные, то есть поперечные «спицы» — как стрелки на часах! Неужели мудрые предки знали об этом? Но откуда и как? Загадка!

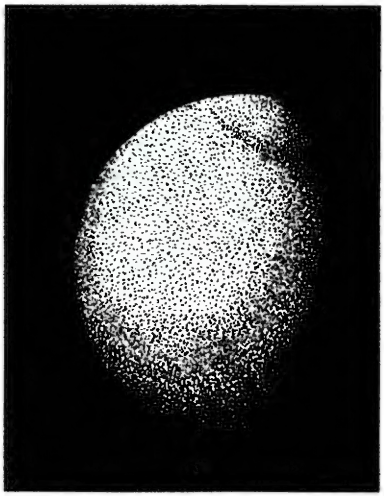
ОЧАРОВАННЫЕ СТРАННИКИ ВОКРУГ САТУРНА

У Сатурна, как известно на нынешний день, более 22 спутников. Имена самых крупных: Мимас, Энцелад, Тетис, Диона, Рея, Титан, Гиперион, Япет, Феба, Янус, Эпиметей, Елена, Телесто, Калипсо, Атлас, Пандора и

Прометей, Пандора и кольца Сатурна

Прометей. Размеры их так разнообразны, что одни спутники соизмеримы с планетами земной группы, а другие больше напоминают блуждающие в космосе астероиды — каменные, железные и ледяные.

Некоторые астрономы считают, что количество спутников у планет не может быть постоянным: время от времени планета захватывает своим гравитационным полем пролетающие поблизости астероиды или целые скопления мелких частиц. И то обстоятельство, что среди спутников Сатурна (и Юпитера) встречается такая «мелюзга» неправильной формы и размерами в 24–40 километров, подтверждает это предположение.

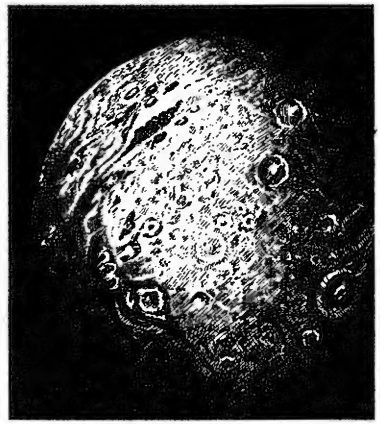


Титан

Поведение спутников Сатурна довольно необычно: все они, как наша Луна, постоянно повернуты одной стороной к центральной планете. Из них самый крупный — Титан. Это действительно «титан»: размерами он превышает Меркурий, а среди «лун» Солнечной системы уступает только юпитерианскому Ганимеду. Он интересен тем, что имеет плотную атмосферу, содержащую азот, а его поверхность покрыта океанами. Скорее всего, эти океаны состоят из жидких углеводородов. На Земле углеводородные жидкости хорошо известны: это нефть, мазут, солярка, керосин, бензин, спирты, ацетон и т. д. Какие именно углеводороды плещутся в океанах Титана, пока точно не выяснено. Может быть, это жидкий этан или метан. Но что не керосин или бензин — это точно. И не спирт.

В небе над Титаном каждый день появляются облака. Часто они собираются в тучи, а где тучи, там и дожди. Правда, и дожди на Титане тоже «титанические», то есть углеводородные — этановые или метановые. А вообще,

говорят некоторые исследователи, Титан похож на Землю...

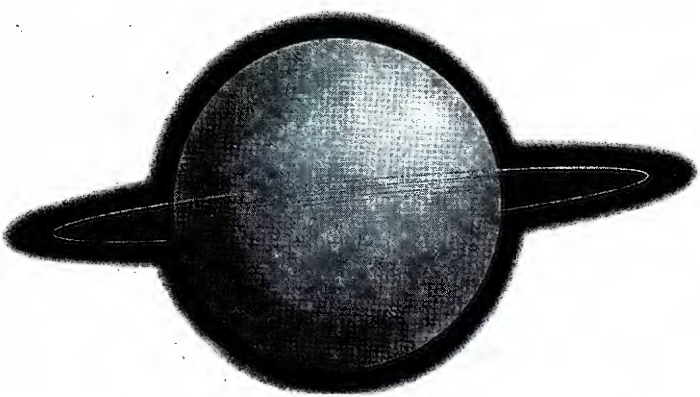


«Глаз Япета»

Первым фантастом, описавшим Сатурн, был французский ученый-энциклопедист **Франсуа Вольтер**. Герой его произведения Микромегас, молодой путешественник-инопланетянин из созвездия Большого Пса, обнаружил на Сатурне обитателей ростом в 2 километра. Он удивился их малому росту, потому что сам был выше их в 12 раз. Как видите, в восемнадцатом веке создавались «фэнтэзи» покруче «Секретных материалов»! А вот современный писатель, англичанин **Артур Кларк**, в своей **«Космической одиссее 2001 года»** мысленно побывав на орбите Сатурна, обнаружил **«глаз Япета»** — яркий белый овал на этом маленьком спутнике планеты. «Вояджер-1», пролетая вблизи Япета, передал его изображение на Землю — и что же? Можно подумать, что сэр Артур Кларк все-таки побывал там: на Япете действительно оказался «глаз». Причем не какой-нибудь объект, приблизительно похожий на орган зрения, а «глаз» со «зрачком» — черной точкой в центре... Научная фантастика — это вам не «фэнтэзи»!

Небесный колобок

Уран, Нептун, Плутон... Новыми эти три планеты стали для астрономии, которая почти до конца XVIII века считала Сатурн самой дальней планетой. Открытие каждой из них раздвигало пределы Солнечной системы на

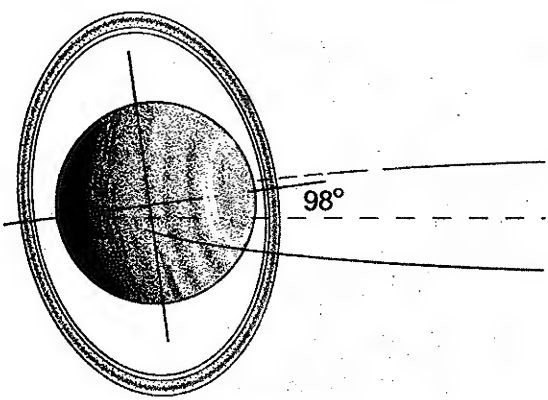


Уран

тысячи миллионов километров и на десятки астрономических единиц. Первым в привычный хоровод планет ворвался **Уран**. Это произошло в 1781 году. Да и Уран не сразу был признан законной планетой Солнечной системы. Открыватель Урана **Уильям Гершель** (музыкант, увлекавшийся астрономией и создавший телескоп 12-метровой длины) сначала посчитал его кометой.

Расстояние от Урана до Солнца — 2870 миллионов км, или 19,2 а.е. Диаметр — 49200 км (7,5 земных). Эта крупная планета, хоть и от-

носится к группе гигантов, своим поведением значительно отличается от Юпитера и Сатурна. Дело в том, что Уран — единственная известная планета, лежащая на боку: наклон его экватора к плоскости орбиты составляет 98 градусов. Поэтому он как будто катится по своей околосолнечной орбите. Такой вот гигантский

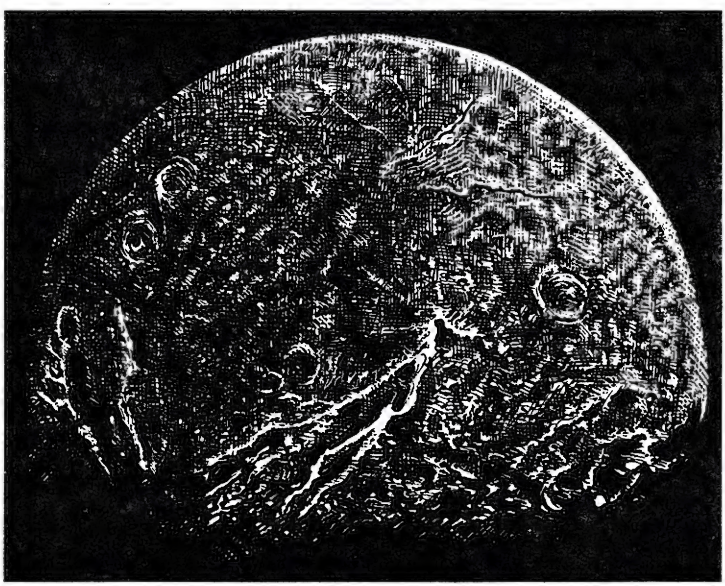


Наклон Урана относительно плоскости орбиты

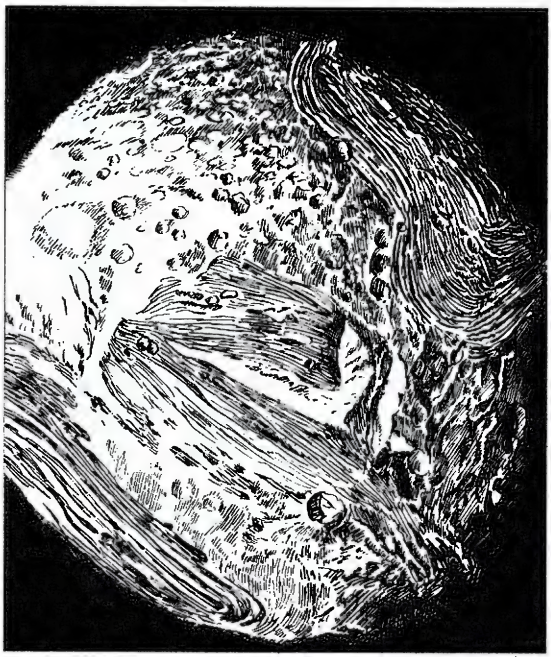
космический колобок! А вокруг своей оси он вращается в сторону, противоположную обращению вокруг Солнца. Ось Урана бывает направлена прямо на Солнце, и поэтому один полюс и приполярная область освещены, а на противоположном полюсе царит ночь. Поскольку на Уране год тянется 84 земных года, получается, что на полюсах этой планеты день и ночь продолжаются по 42 года. В то же время сутки Урана — всего около 11 часов (точнее, 10 часов 49 минут). Можно подсчитать, сколько суток в урановом году: получается больше 68 тысяч.

На другие планеты-гиганты Уран похож тем, что имеет малую плотность (0,27 плотности земного вещества), густую атмосферу, как у Сатурна, и такую же сильную облачность. Масса Урана в 14,5 раза больше массы Земли, а сила тяготения на нем почти земная. Средняя температура поверхности минус 200 °С. Несмотря на такую холодную поверхность, в центре планеты имеется расплавленное ядро. Тепловая энергия этого ядра приводит в движение мощные атмосферные потоки в виде бурь и вихрей.

У Урана — 15 спутников, из них пять достаточно крупных. Титания по диаметру всего в два раза меньше Луны; Оберон, Умбриэль и



Борозды на Титании



Миранда

Ариэль имеют диаметр более тысячи километров, Миранда — около 500, остальные — от 40 до 170 (Пэк). Как недавно стало известно, спутники Урана обращаются вокруг него не в плоскости экватора, а под большими углами к ней. На Титанию астрономы недавно обратили внимание: на ее поверхности обнаружены гигантские борозды — шириной в сто и длиной в две тысячи километров. Происхождение их пока не нашло внятного объяснения.

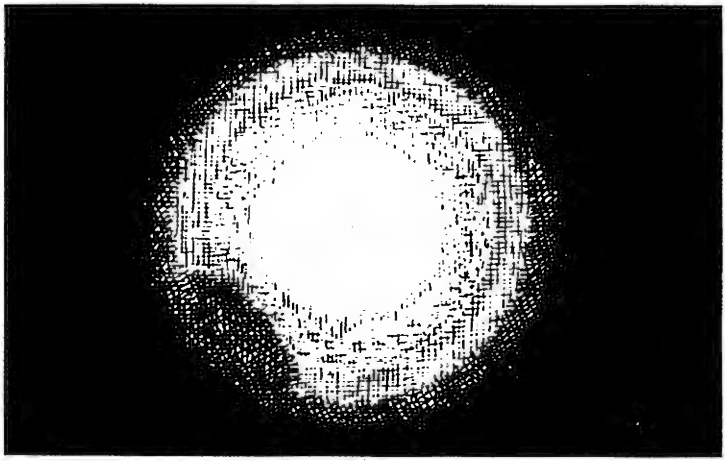
Открытой Гершелем планете пришлось придумывать имя. Решили продолжить древнюю традицию и дать ей имя античного боже-

ства. Имена главных олимпийцев были уже «разобраны», и новооткрытому гиганту дали имя бога неба — Урана. Небесное имя планеты как будто намекает на холодную небесно-голубую цветовую гамму. Интересно, что космический зонд «Вояджер-2», передав на Землю крупное изображение ослепительно-голубого Урана, подтвердил правильность наименования. Причина голубизны — обилие метана в облаках и атмосфере планеты.

В 1977 году Уран преподнес астрономам сюрприз: он оказался обладателем восьми колец, лежащих в плоскости экватора. Судя по их виду, состоят они из пыли и газа.

ЕГО СНАЧАЛА ВЫЧИСЛИЛИ

Нептун был открыт только в 1846 году. Его удаление от Солнца — 4500 миллионов км, или 30 а.е. Диаметр — 47000 км, или 7 земных.Он очень похож на соседний Уран. Отличие только в том, что он не лежит на боку, а вращается вокруг своей оси, наклоненной к плоскости орбиты на 29 градусов. Такое положение обеспечивает смену времен года, но о каком лете и какой зиме можно говорить, если Солнце в 30 раз дальше, чем от Земли, и год продолжается в 165 раз дольше, чем на Земле! Представьте себе: после открытия Нептуна прошло уже 157 лет, но за это время планета еще не завершила один оборот вокруг

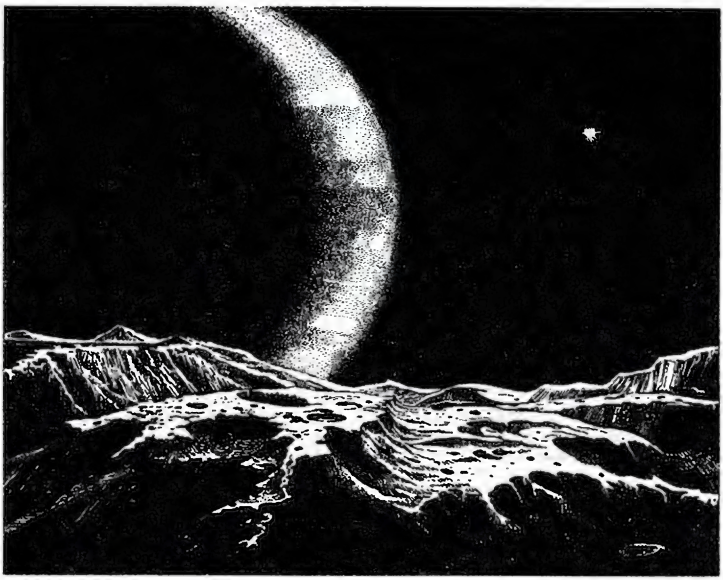


Нептун

Солнца! Сколько же в таком году суток, если их продолжительность — 15 часов 40 минут? Страшно представить — год, состоящий из 92 240 дней и ночей!

Плотность материи Нептуна втрое меньше плотности вещества Земли. Масса Нептуна в 17 раз больше массы Земли, а сила тяготения на нем — в полтора раза больше земной. Средняя температура поверхности минус 220 °С. Атмосфера — как на Уране.

Атмосфера Нептуна постепенно переходит в жидкое, а затем и твердое тело планеты, состоящее из тех же веществ — водорода, гелия, метана, аммиака. В твердом состоянии эти газы могут быть и льдом, и металлом. Но в центре планеты возможно существование водяного ядра. Есть у Нептуна и внутренний источник тепла, вместе со скудными лучами Солнца не поз-

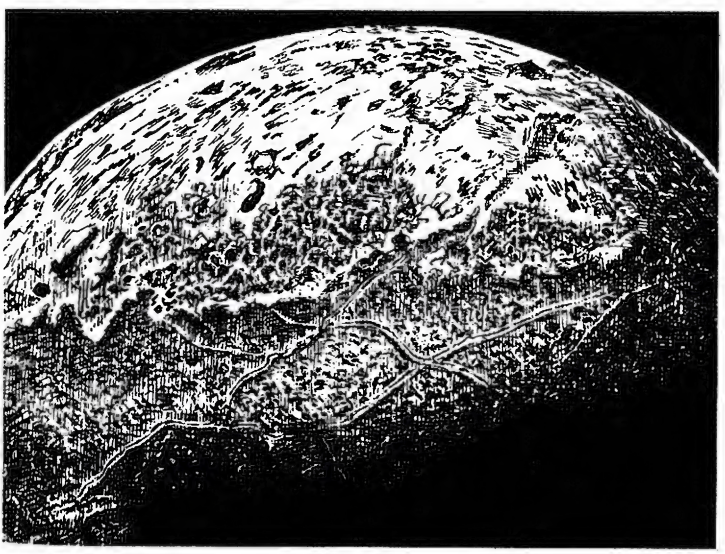


Вид с Титана на Нептун и Солнце

воляющий температуре планеты опуститься до абсолютного нуля. Вокруг Нептуна вращаются 8 спутников и газопылевые кольца в плоскости экватора. Самый крупный спутник, Тритон, по размерам превосходит Меркурий и нашу Луну. Его поверхность покрыта льдом — замерзшим азотом. Это позволяет считать Тритон самым холодным местом Солнечной системы.

Нептун мог быть открыт еще Галилеем, который заметил его, но принял за не совсем обычную звезду. Так и оставалась одна из гигантских планет в тени незнания еще почти двести лет — до 1846 года. И открыт он был необычным способом. Планету Нептун вычислили. Это сделали, независимо друг от друга,

англичанин **Джон Адамс** и француз **Урбан Леверрье**. Они оба исследовали орбиту Урана. Дело в том, что в движении Урана есть некоторые странности: результаты теоретических расчетов не очень хорошо совпадали с наблюдениями. Напрашивалась мысль о гравитационном влиянии какого-то крупного небесного тела. Адамс и Леверрье предположили, что это неизвестное небесное тело — планета, орбита которой находится за орбитой Урана. И вот по этим «неправильностям» в движении Урана, которые называются возмущениями, ученые вычислили орбиту и массу неизвестной планеты. Они указали ее координаты, и немецкий астроном **Иоганн Галле**, наведя туда телескоп, обнаружил искомое!



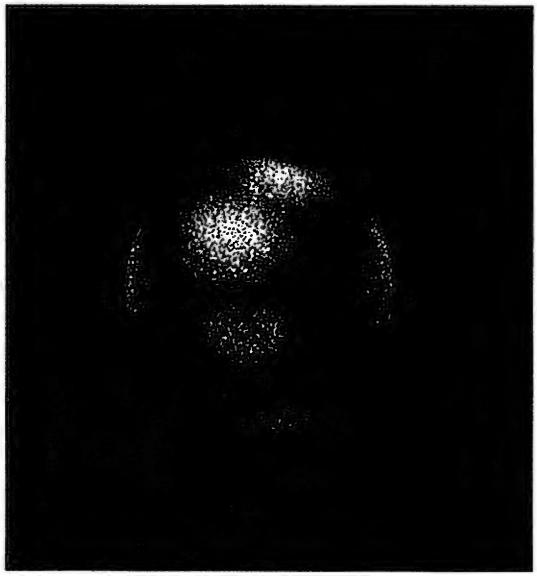
Тритон

Нептун

Назвали планету именем древнеримского бога морей — Нептуна, который у древних греков был известен как **Посейдон.** Это божество, владеющее пространствами водной стихии, имеет, видимо, давнюю и непростую историю. Согласно Платону, Посейдон был первым царем Атлантиды. Имя Нептуна-Посейдона оказалось очень к лицу далекой и холодной планете: как показали снимки, переданные автоматическими межпланетными станциями, Нептун цветом своей поверхности вызывает в воображении синее-синее море.

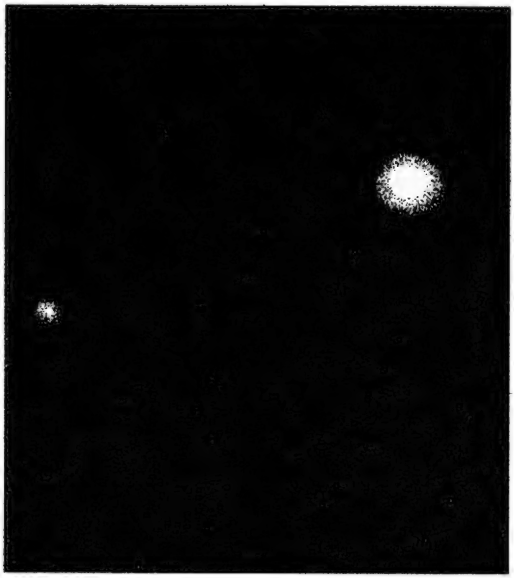
ОТКРЫТЫЙ МЕНЕЕ СТА ЛЕТ НАЗАД

Плутон, как ранее Нептун, был открыт вычислением, и сделал это американец **Клайд Томбо** совсем недавно — в 1930 году. Из-за большой удаленности Плутона (расстояние от него до Солнца — 5900 миллионов км, или 39 а.е.), информации о нем меньше, чем о других планетах. Известно только, что масса и размеры планеты очень невелики: диаметр — всего 3000 км, или менее четверти земного.



Пятна на поверхности Плутона

Плутон меньше даже нашей Луны. Плотность планетного вещества — как у Юпитера. Масса Плутона в 400 раз меньше массы Земли, а сила тяготения на нем — во много раз меньше земной. Сутки Плутона — 150 часов, или шесть с половиной наших суток, а год тянется 250 земных лет — четверть тысячелетия. Средняя температура поверхности — минус 220 °С. Сведений об атмосфере на этой планете практически нет. У Плутона очень необычная орбита — она наклонена к плоскости эклиптики на 18 градусов и очень вытянута. Поэтому при обращении вокруг Солнца Плутон иногда оказывается ближе к нему, чем Нептун. Благодаря такому приближению в 1978 году



Плутон и Харон

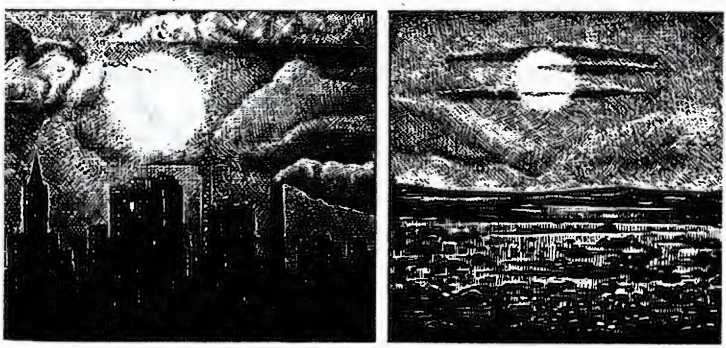
удалось открыть единственный спутник Плутона — **Харон.**

Размерами Харон сравним со средними спутниками планет-гигантов. У Харона период собственного вращения и период обращения вокруг Плутона совпадают и между собой, и с периодом собственного вращения Плутона. Это значит, что Плутон и его верный спутник всегда повернуты друг к другу «лицом». Если бы на Плутоне оказался наблюдатель, он видел бы местную «луну» всегда в одной и той же точке черного неба. Эту пару планет, близких по размерам и массам, да еще и неотрывно смотрящихся «глаза в глаза», астрономы называют иногда двойной планетой Плутон-Харон.

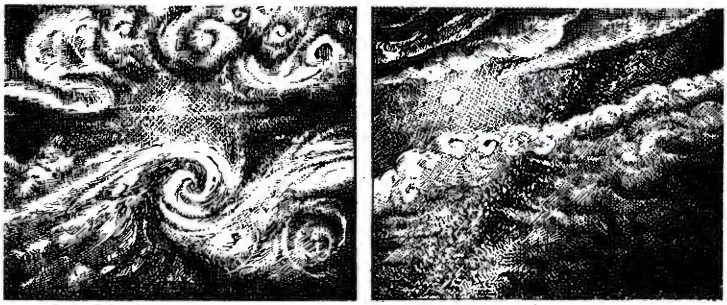
Солнце на Венере (слева) и Меркурии (справа)

Да, небо на Плутоне-Хароне черное, а Солнце выглядит хоть и яркой, но далекой звездой. Однако полной темноты в дневное время нет — поверхность Плутона все же освещается далеким Солнцем, притом в сотни раз сильнее, чем наша Земля освещается Луной. Солнце — оно и на Плутоне Солнце!

Мрачное, конечно, место — дальняя окраина Солнечной системы. Такое же мрачное, как юмор у тех астрономов, которые придума-

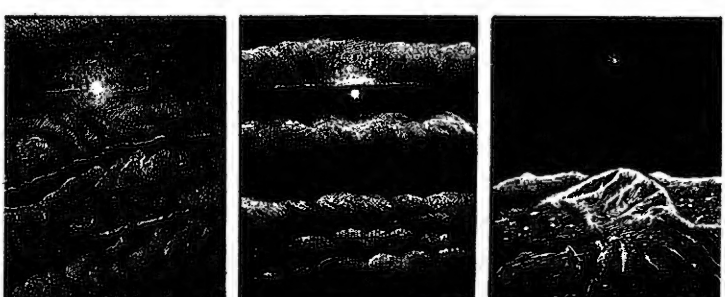


Солнце на Земле (слева) и Марсе (справа)



Солнце на Юпитере (слева) и Сатурне (справа)

ли названия для Плутона и Харона. Ведь Плутон (у греков — Гадес) — это бог подземного царства, обители мертвых. А Харон — не кто иной, как мифический лодочник, перевозящий души умерших через реку забвения Ахерон, в мрачный Аид, царство Плутона... Но несмотря на черное небо Плутона и «черный юмор» астрономов, на полученных фотографических снимках самая дальняя планета выглядит не хуже других. Правда, без каких-либо подробностей...



Солнце на Уране, Нептуне, Плутоне (слева направо)

МЕНЬШИЕ РОДСТВЕННИКИ ПЛАНЕТ

ПОИСКИ НЕДОСТАЮЩЕЙ ПЛАНЕТЫ

Законы природы очень строги. Например, в звуковой гамме после ноты «до» идет «ре», а затем «ми», «фа», «соль» и т. д. Или возьмите радугу: цвета в ней располагаются по правилу «Каждый охотник желает знать, где сидят фазаны», то есть «красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый». И никто никогда не видел радугу с зеленым началом и оранжевым окончанием. Или, например, такую, у которой вместо желтого или голубого цвета какая-нибудь серо-буро-малиновая полоса. Так не бывает, потому что этого не позволяет закон распределения цветов спектра. Вообще-то представления о мировой гармонии, выражаемой числами, были заложены еще Пифагором в Древней Греции. В античном мире воплощением этой гармонии стала в первую очередь геометрия Эвклида.

Когда получили известность фундаментальные законы физики, открытые Кеплером, Галилеем и Ньютоном, астрономам стало ясно, что и все небесные тела должны подчиняться этим законам. Видя в формулах механики проявление всеобщей мировой гармонии, немецкий астроном **Иоганн Даниэль Тициус** в своей работе «Созерцание природы» (1772 г.) обратил внимание на то, что расстояния от первых четырех планет до Солнца связаны определенной математической закономерностью. Этой же закономерности подчинялись бы

и расстояния до Солнца от планет-гигантов Юпитера и Сатурна, если бы между орбитами Марса и Юпитера находилась крупная планета. Эту идею с энтузиазмом подхватил и широко популяризировал немецкий ученый **Иоганн Боде**. Он представил радиусы планетных орбит в виде числового ряда, который получил название **правила Тициуса-Боде**. Вот этот ряд чисел, выраженных в астрономических единицах: 0,4; 0,7; 1,0; 1,6; 2,8; 5,2; 10,0. Величина 2,8 а.е. соответствует той самой «Планете Икс», которая, по идее, должна бы занимать место между Марсом и Юпитером. Должна бы, но почему-то не занимает. Интересная получается ситуация: место расположения планеты известно, а самой планеты и нет!

Таблица

Планета	Расстояние до Солнца по правилу Тициуса-Боде, а.е.	Истинное расстояние
Меркурий	0,4	0,39
Венера	0,7	0,72
Земля	1,0	1,00
Марс	1,6	1,52
Планета «Икс»	2,8	2,2–3,6
Юпитер	5,2	5,20
Сатурн	10,0	9,54
Уран	19,6	19,19
Нептун	38,8	30,07
Плутон	77,2	39,46

В такой ситуации возможны два варианта: или закон неверно сформулирован, и на самом деле порядок расположения планет совсем другой, или... планета на законной орбите есть, но до сих пор не найдена. Именно это с самого начала утверждал Боде. И это звучало настолько убедительно, что австрийский астроном **Франц Цах** даже созвал в 1796 г. специальную конференцию, посвященную теме «недостающей планеты». На конференции был образован «отряд небесной полиции» (так в шутку назвал его Цах), который должен был «выследить и поймать беглого подданного Солнца». И озадаченные астрономы приступили к поискам недостающей планеты. Для этого они разделили небо на несколько участков. Один незанятый участок решили предложить известному итальянскому астроному **Джузеппе Пиацци**.

Бывают же такие совпадения! Только было «небесные полицейские» собрались сообщить Пиацци о выпавшей ему чести, как от него поступило неожиданное известие. Оказывается, в ночь на 1 января 1801 года (первую ночь XIX века!) итальянский ученый открыл искомую планету, которую назвал **Церерой** по имени римской богини плодородия и земледелия. Правда, вскоре после открытия Церера скрылась из поля зрения Пиацци, но по данным его наблюдений молодой немецкий ученый **Карл Фридрих Гаусс** рассчитал ее орбиту, и «беглянка» была найдена. На этот раз «недостающую планету» поймал в объектив своего телескопа все-таки

сам Цах — командир «отряда небесной полиции». И произошло это (неужели опять случайно?) ровно год спустя после открытия Пиацци — в ночь на 1 января 1802 года...

Справедливости ради надо сказать, что правило Тициуса-Боде «срабатывает» не на всех планетных орбитах. И если орбита Урана, открытого в 1784 г., еще укладывается в рамки этого правила, то Нептун и особенно Плутон уже резко «выламываются» из него. Действительная закономерность гораздо сложнее, так как в ней должно учитываться много различных факторов. Но той же справедливости ради необходимо признать, что правило Тициуса-Боде сыграло определяющую роль в обнаружении неизвестного ранее семейства небесных тел Солнечной системы — малых планет.

ДА ОНА ЗДЕСЬ НЕ ОДНА!

Лиха беда начало, говорит русская пословица. Действительно, на открытие Цереры астрономам потребовался целый год. Но стоило новой планете занять свое место «в кругу расчисленных светил», как тут же последовали новые открытия. В том же 1802 году немецкий врач и астроном, специалист по кометам **Генрих Ольберс** выявил поблизости от Цереры неизвестное небесное тело и с помощью Гаусса доказал: это — тоже планета. Назвали ее **Палладой**, по второму имени Афины, греческой

богини мудрости, покровительницы воинов. Но Паллада, как и Церера, по размерам значительно меньше самой малой из всех давно знакомых планет. А ведь исходя из тех же представлений о мировой гармонии между Марсом и Юпитером должна бы находиться планета, хотя бы соизмеримая с ними. Поэтому естественным было недоумение открывателей.

Учитывая, что орбиты Цереры и Паллады очень близки, Ольберс тогда же высказал предположение, что на пустующей орбите все-таки была одна крупная планета, но она давно разрушилась в результате какой-то космической катастрофы. А обе эти планеты, Церера и Паллада, суть не что иное, как ее осколки. По всей вероятности, предположил Ольберс, подобных осколков разного размера должно быть множество. Значит, их надо искать. А где их искать — ответ очевиден даже для троечника. Если большая планета действительно разорвалась на куски, то все эти куски должны вращаться по орбитам, близким к орбите исходной планеты. Следовательно, в точке пересечения орбит Цереры и Паллады и нужно устроить астрономическую «засаду».

Ольберс, высказав свою «рабочую гипотезу» и наведя телескоп на точку пересечения орбит Цереры и Паллады, приступил к наблюдениям. В течение трех лет, из ночи в ночь, до рези в глазах искал он подтверждения своей догадки. Надежду вселяло и то, что в 1804 г. его коллега **Карл Людвиг Гардинг** открыл маленькую

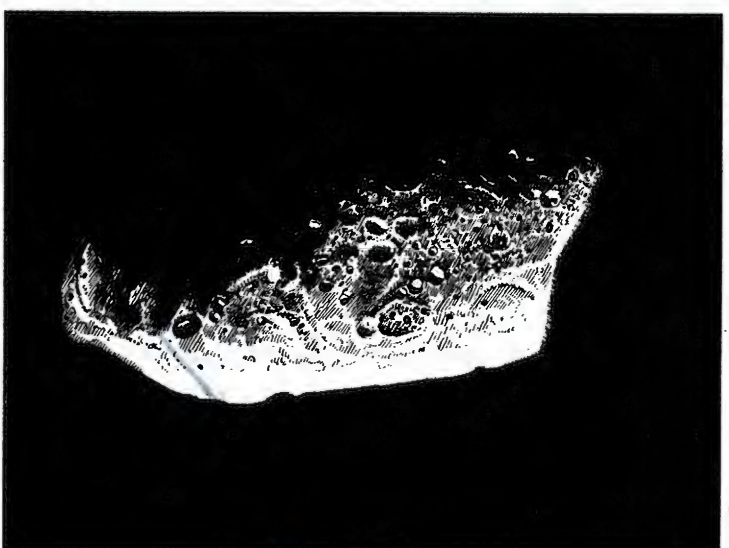
планету **Юнону**. Наконец в 1807 г. Ольберсом была открыта **Веста**. Но на этом открытия малых планет временно прекратились.

Продолжение последовало несколько позже, когда астрономы решили вести поиски не только в точках пересечения орбит уже известных «планеток». Но для этого понадобились еще и немецкая аккуратность, выдержка и терпеливость отставного почтового чиновника **Генке**. В течение 15 лет он методично всматривался в ночное небо... И вот в 1845 г. — новое открытие: малая планета **Астрея**. Еще через два года им же «поймана» **Геба**. И следом — череда открытий: с 1847 по 1852 годы Хайнд, Гаспарис и Грэхем пополнили список планет-крошек именами Ирис, Флоры, Метиды, Виктории, Эвномии, Мельпомены и Массалии.

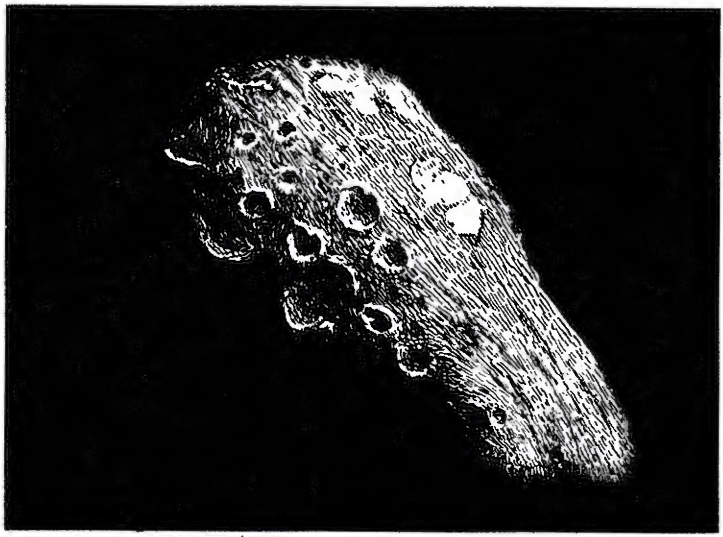
Размеры открытых планет оказались намного меньше не только Марса, но и Луны. Эти малые планеты получили наименование **планетоидов** (подобных планетам) или, как их называют чаще, **астероидов** (звездоподобных). Постепенно все новые и новые планетоиды заполняли пустовавшую орбиту между Марсом и Юпитером. Когда в астрономии стали применять фотографию, семейство малых планет начало прирастать особенно быстро. Для обнаружения новых астероидов применяется **астрограф** — телескоп, который перемещается, отслеживая суточное движение звезд относительно Земли. В этом случае звезды на фотографии получаются в виде точек, а малая пла-

нета за короткое время выдержки (например, в течение часа) успевает прочертить в небе заметный линейный след. К 1900 г. список астероидов насчитывал 450 названий. Место искомой большой планеты заняли тысячи малых, образуя так называемый **пояс астероидов.**

К 1997 году их было известно уже более 3000. В марте 1999 года была зарегистрирована малая планета за номером 10 000. А к началу 2000 года их число составило уже 12 тысяч. Самый крупный астероид, Церера, имеет в поперечнике «всего» около тысячи километров. У Паллады поперечный размер равен примерно 600 км, у Весты — 500, Давида — 300, а у Юноны и Эвномии — «всего» 250—270. Размеры всех остальных известных астероидов не



Астероид Ида



Астероид Эрос

превышают 250 километров, а большинство их гораздо меньше. Согласно современным расчетам, количество астероидов с размерами больше 1 км может достигать 30 000. Среди не открытых пока астероидов большая часть имеет величину менее километра — таких «миниипланеток» сотни миллионов. Многие из таких астероидов, размерами в несколько метров, представляют собой просто большие камни.

Вначале астрономы, открывая новые астероиды, соблюдали традицию и называли их именами древнеримских божеств. Когда римский пантеон был исчерпан, перешли на имена греческих богов и эпических героев, а потом, по мере открытия все новых астероидов, пошли в ход персонажи финикийских, скан-

динавских, древнегерманских мифов и эпосов. Астероидам долгое время присваивались преимущественно женские имена, но некоторым, имеющим особые отличительные признаки (например, очень вытянутые орбиты), дали даже мужские имена. Так появились **Икар, Эрос, Гермес, Амур...**

Со временем, когда число новооткрытых астероидов начало стремительно нарастать, им стали присваивать имена выдающихся людей — ученых, политиков, поэтов, артистов, названия некоторых городов. Известны малые планеты Амундсения, Пиацция, Ольберсия, Бредихина, Морозовия, Владилена, Павловия, Келдыш, Владвысоцкий... Но большинство астероидов числится в каталогах под официальными обозначениями, в которые входят год открытия и две латинские буквы.

ОСКОЛКИ ПРОШЛОГО ИЛИ СТРОЙМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БУДУЩЕГО?

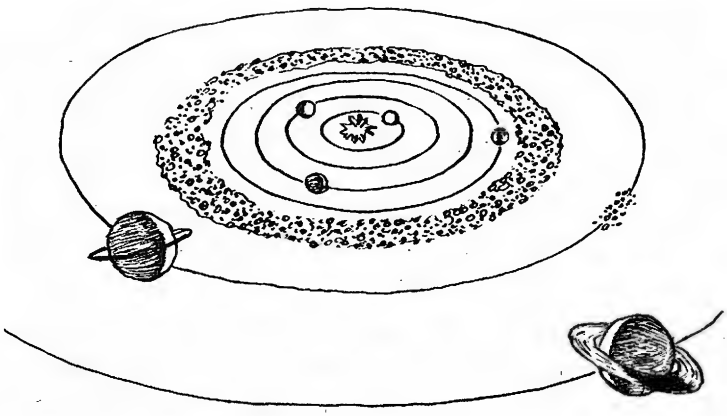
Что, кроме размеров, отличает астероиды от больших планет? Отличий таких несколько.

Во-первых, неправильная форма целого ряда астероидов. Только самые крупные астероиды — Церера, Паллада, Веста, Юнона — наблюдаются в сильный телескоп в виде диска, так что можно даже измерить его диаметр. Для большинства же астероидов понятие диаметра

вообще неприменимо, потому что они похожи на какие-то каменные глыбы. Для характеристики их величины используется наибольший размер. Определяется этот размер только по блеску, который зависит от их отражательной способности. Ведь астероиды, как и планеты, видны только благодаря отраженному солнечному свету. Большинство астероидов отражает падающий на них свет на 10—20 процентов.

Правда, есть исключения — например, Веста отражает 48 процентов (почти половину!) падающих на нее солнечных лучей. Это означает, что астероид Веста состоит из каких-то белых пород. А вот планетоид Бамберга, напротив, черен как сажа — его отражательная способность всего 3 процента. Есть и такие,

Астероиды



Пояс астероидов

как Гектор — этот астероид меняет свой блеск каждые 7 часов. Это нормально для объекта неправильной формы. Но когда компьютер смоделировал его наиболее вероятную форму, оказалось, что Гектор представляет собой цилиндр длиной 30 км и диаметром 6 км, «выкованный», судя по отражательной способности, из высококачественной нержавейки. Астероид Фортуна отличается синеватым оттенком, Помпея желтоватым цветом напоминает Луну, а планетоид Амхерстия красновата, подобно Марсу. Большинство же астероидов имеет нейтральный серый цвет.

Во-вторых, орбиты многих астероидов сильно отличаются от круговых. Хотя и принято говорить о поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера, некоторые астероиды в своем обращении вокруг Солнца пересекают пути таких планет, как Земля и Венера. Астероид

Гидальго периодически удаляется от Солнца за орбиту Юпитера, в то время как Икар подходит к Солнцу ближе, чем сам Меркурий!

В-третьих, среди астероидов известны такие, которые целиком состоят из металлов — например, железа и никеля. Еще одно отличие состоит в том, что астероиды не имеют атмосферы.

Но есть у астероидов и некоторые черты сходства с большими планетами. Так, наиболее крупные астероиды имеют собственные «свиты» и окружены группой из нескольких десятков более мелких объектов. В настоящее время известно более 50 таких небесных «группировок».

Фаэтон

Если происхождение планет Солнечной системы может быть объяснено принятыми гипотезами, то о возникновении пояса астероидов ученые спорят до сих пор. Самой первой была гипотеза **Г. Ольберса**. Как уже упоминалось, он предположил, что астероиды образовались из той самой планеты «Икс», которую искали на пустовавшей орбите. Возможно, когда-то произошла космическая катастрофа и планета (ей дали название **Фаэтон**) взорвалась или была разрушена при столкновении с другим космическим телом.

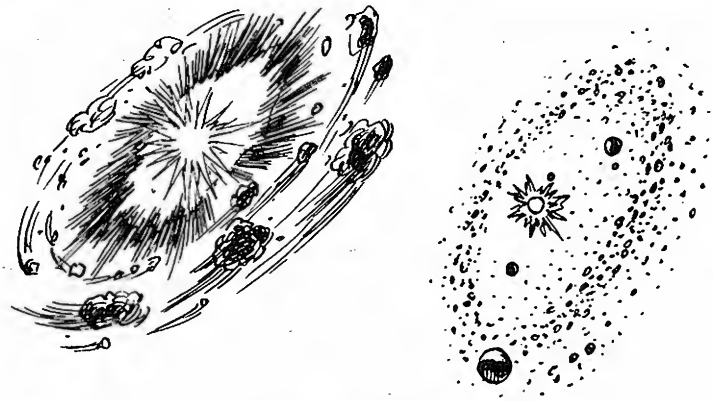
Почему планету, от взрыва которой образовался пояс астероидов, назвали Фаэтоном? Так, согласно древнегреческой мифологии, звали юного сына Гелиоса, бога Солнца. «Фаэтон» означает — блестящий. Этот блестящий царственный отрок сел однажды вместо отца на огненную небесную колесницу, но, как сказали бы в телепрограмме «Дорожный патруль», «не справился с управлением». Кони понесли... Чтобы предотвратить всемирную катастрофу, царь богов Зевс-Юпитер поразил несчастного юношу громоносной стрелой, и тот рухнул на Землю... Некоторые ученые считают, что этот миф отражает какую-то произошедшую в древности космическую катастрофу.

Если рассматривать гипотезу о «Фаэтоне» всерьез, можно провести необходимые расчеты и получить примерные размеры и массу, которые имела предполагаемая разрушенная планета. Такие расчеты проводились многими

астрономами. Одна из первых попыток реконструировать размеры и массу Фаэтона дала в результате, что погибшая планета была по массе более чем в десять раз меньше Луны. Это вызвало понятное недоумение: такая маленькая планета занимала орбиту между Марсом и Юпитером?

Известны и более поздние исследования — например, работа пулковского астронома **К. Н. Савченко**, в которой доказывается, что гипотетический Фаэтон радиусом в 3440 км по массе (равной примерно массе Марса) принадлежал к планетам земного типа. С другой стороны, расчеты голландского астрофизика **ван Фландерна** дают массу Фаэтона, равную 90 массам Земли. Такая планета сравнима уже с Сатурном. Дискуссия ученых о Фаэтоне продолжается.

Есть и другие гипотезы. Некоторые астрономы считают, что астероиды — это как раз те самые «кирпичи», из которых формируются планеты. Известна, например, гипотеза **О. Ю. Шмидта** о происхождении планет из газопылевого облака. Согласно этой гипотезе, вначале крупные частицы вещества притягивали к себе мелкие, в результате масса возрастала. В этом процессе, естественно, участвовали различные космические тела, в том числе астероиды разных размеров. В то же время имеются интересные наблюдения, говорящие о том, что масса некоторых астероидов за обозримый период заметно увеличивается.



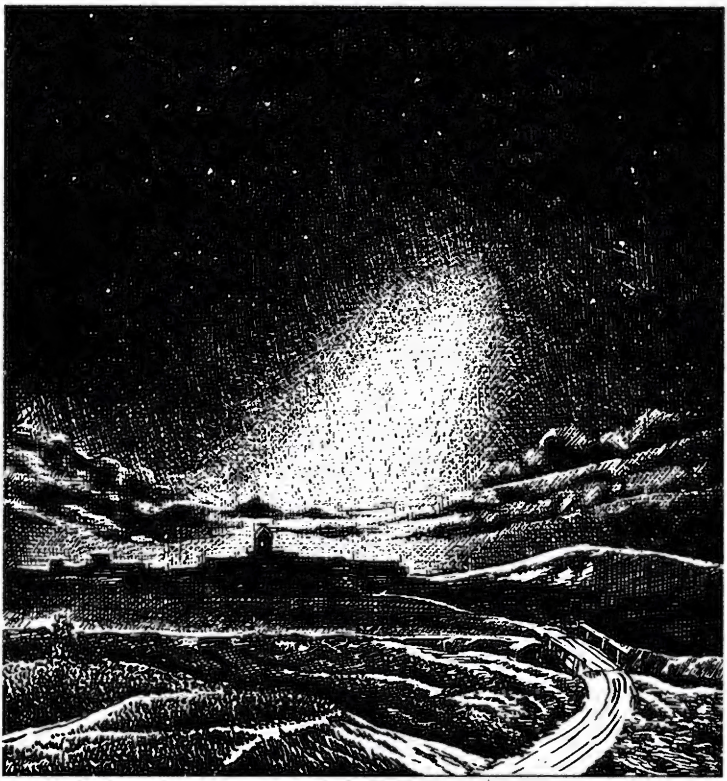
Происхождение планет
из газопылевого облака

Здесь кстати будет вспомнить также об упомянутых «свитах» или «группировках» вокруг больших астероидов — не исключено, что это как раз идет процесс их дальнейшего укрупнения. Так что, возможно, Г. Ольберс был очень близок к истине, только искал ее с другой стороны. Иными словами, получается, что астероиды — это не обломки разрушенного Фаэтона, а собранные на орбите строительные материалы для будущего небесного тела. Так что, возможно, в поясе астероидов медленно рождается новая планета...

И СОЛНЦЕ ТОЖЕ ОКОЛЬЦОВАНО

Сравнительно недавно стало известно, что астероидное кольцо между Марсом и Юпитером — не единственное. Похожее скопление

малых планетарных тел опоясывает Солнечную систему за орбитой Нептуна. Это кольцо называется **поясом Койпера**. В его составе обнаруживаются довольно крупные объекты. Например, недавно там был открыт астероид 2001КХ76. Эта глыба с оболочкой из метанового льда больше Цереры — она имеет диаметр 1200 км! Расстояние от астероида до Солнца равно 6,5 миллиарда км (почти как у Плутона). На близкой орбите кружится еще один крупный объект



Зодиакальный свет

2000WR106, который может оказаться даже десятой планетой Солнечной системы.

Кстати, о термине «кольцо» применительно к поясам астероидов. Возможно и такое, не совсем обычное объяснение их природы. Поскольку в последние десятилетия были открыты кольца у планет-гигантов Юпитера, Урана и Нептуна, правомерно предположить, что и у Солнца есть свое кольцо. Может быть, это как раз и есть пояс астероидов? Ведь не случайно, наверное, известный астрофизик **Ф. Ю. Зигель**, рассказывая в своих книгах о поясе малых планет, использовал выражение «кольцо астероидов». Похоже на факт, но — не так просто...

Астрономам известно такое явление — **Зодиакальный свет**. Вот как о нем писал Ф. Ю. Зигель: *«Ранней весной на западе, вскоре после захода Солнца, можно видеть слабое свечение в виде конуса, острием направленного вверх. Подобную картину легко наблюдать и осенью, незадолго до восхода Солнца. Свечение это настолько слабо, что сквозь него свободно просвечивают даже наименее яркие звезды. В южных странах оно наблюдается чаще и легче: о его существовании знали еще древние египтяне, которые изобразили загадочное свечение на некоторых из своих памятников.*

В XVIII веке астрономы заметили, что конусы как утреннего, так и вечернего сияния простираются вдоль эклиптики — видимого годового пути Солнца среди звезд. Так

как эклиптика проходит через двенадцать созвездий, называемых зодиакальными, то и таинственный свет с тех пор стал называться Зодиакальным светом».

Что же это такое — Зодиакальный свет? Ответ на этот вопрос дали многолетние исследования группы отечественных астрономов под руководством академика **В. Г. Фесенкова.** Стало ясно, что это — солнечный свет, отраженный разреженной пылевой средой, окружающей Землю обширнейшим облаком. Дальнейшие исследования показали, что это гигантское пылевое облако охватывает не только нашу планету, но и всю Солнечную систему. Но это облако твердых пылевых частиц не шаровое, как можно было подумать, а имеет форму диска, лежащего в той же плоскости, что и все планеты Солнечной системы.

Но наибольшее сгущение пылинок наблюдается не где-нибудь, а между орбитами Марса и Юпитера — в поясе астероидов. Вполне возможно, что именно пояс астероидов является источником твердых частиц, образующих гигантский пылевой диск. Таким образом, получается, что кольцо астероидов — это самая «весомая, грубая, зримая» область исполинского **кольца вокруг Солнца.** Значит, планеты-гиганты могут служить уменьшенными моделями Солнечной системы. У каждой из них есть кольцо и спутники. А Солнечная система — увеличенная модель планеты-гиганта. Большое в малом, малое в большом...

Данные о некоторых астероидах

№ п/п	Название	Расстояние от Солнца (*а.е.*)	Период обращения (*земных лет*)	Наибольший размер (*км*)	Кто и когда открыл
1	Церера	2,79	4,6	1030	Пиацци, 1801
2	Паллада	2,77	4,61	608	Ольберс, 1802
3	Юнона	2,01	4,36	247	Гардинг, 1804
4	Веста	2,36	3,63	538	Ольберс, 1807
5	Астрея	2,58	4,14	117	Генке, 1845
6	Геба	2,43	3,78	201	Генке, 1847
7	Ирис	2,39	3,68	209	Хайнд, 1847
8	Флора	2,2	3,27	100	Хайнд, 1847
9	Метида	2,39	3,69	151	Грэхем, 1848
12	Виктория	2,33	3,56	126	Хайнд, 1850
15	Эвномия	2,65	4,3	272	Гаспарис, 1851
18	Мельпомена	2,3	3,48	150	Хайнд, 1852
20	Массалия	2,41	3,74	106	Гаспарис, 1852
192	Навзикая	2,4	3,74	75	Пализа, 1879
324	Бамберга	2,68	4,4	246	Пализа, 1892

№ п/п	Название	Расстояние от Солнца (*а.е.*)	Период обращения (*земных лет*)	Наибольший размер (*км*)	Кто и когда открыл
387	Аквитания	2,74	4,53	107	Курти, 1894
433	Эрос	1,46	1,76	32	Витт, 1898
471	Папагена	2,89	4,91	210	Вольф, 1901
511	Давид	3,17	5,69	323	Дэган, 1903
944	Гидальго	5,84	3,93	20–30	Бааде, 1920
1034	Ганимед	4,34	4,34	48	Бааде, 1924
1221	Амур	1,92	2,65	1–2	Дельпорт, 1932
1556	Икар	1,08	1,12	1–2	Бааде, 1949

«БЛИЖАЙШИЕ РОДСТВЕННИКИ» АСТЕРОИДОВ

Когда над смутною громадой древних гор
Медлительно скользит по небу метеор
И шелест слышится в медлительном эфире, —
Вперяя жадный взор в огнисто-дымный след,
Я думаю о том, чего уж больше нет,
О кончившем свой век каком-то малом мире.

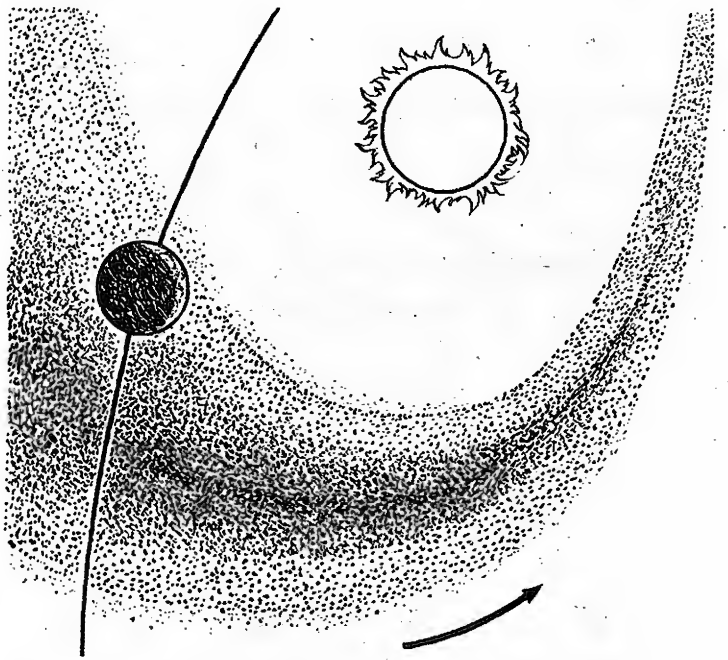
П. Драверт

Падающие звезды, **метеоры, метеориты**... Эти слова знакомы с детства каждому современному человеку. Многим приходилось на-

блюдать, как метеоры в ночном небе прочерчивают яркий след и гаснут, подобно искрам от костра.

Эти явления известны людям с незапамятных времен. Причем известны не только загадочные небесные искры, оставляющие быстро затухающий след, но и те каменные, железные и железокаменные метеориты, которые, преодолев сопротивление земной атмосферы, падают на поверхность Земли, иногда буквально на глазах ошеломленных очевидцев.

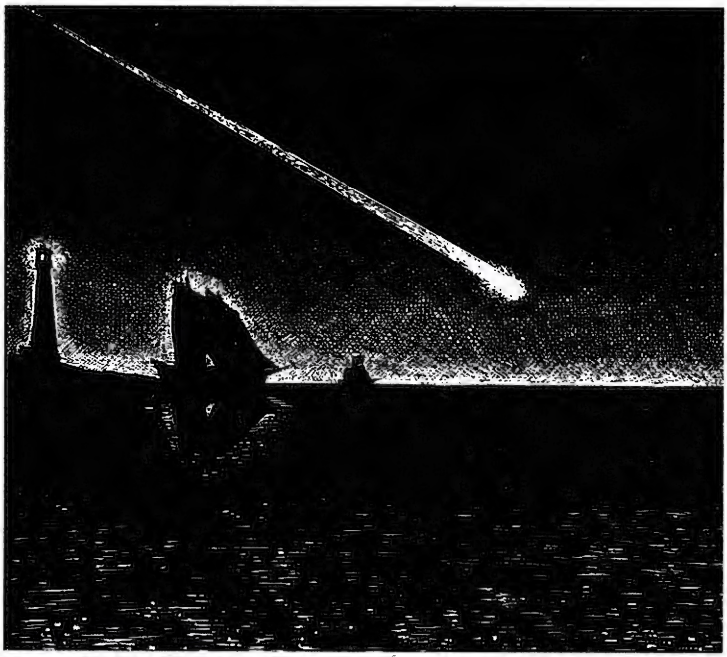
Метеориты — близкие «родственники» астероидов. Между теми и другими нет принци-



Прохождение Земли сквозь метеорный рой

пиального различия. Все они представляют собой носящиеся в околосолнечном пространстве каменные, металлические и каменно-металлические глыбы разных форм и размеров. Но в отличие от астероидов большинство которых обращается вокруг Солнца в составе своего пояса или, если угодно, кольца, многие метеориты имеют очень вытянутые орбиты. Более вытянутые даже, чем у таких известных астероидов с мужскими именами, как Икар, Эрос, Гермес, Амур, Гидальго. Некоторые метеориты представляют собой осколки астероидов или просто мелкие астероиды. Целые рои метеоритов образуются на месте распавшихся **комет,** о которых речь пойдет несколько позже.

Метеоритный дождь



Падение болида

Если сближение астероида с Землей — всегда событие, то метеориты пересекают земную орбиту всегда внезапно и очень часто. Особенно это заметно, когда Земля проходит сквозь **метеоритный рой.** В этих случаях ночами наблюдаются так называемые **метеорные дожди.** Врезаясь в плотную земную атмосферу с огромными скоростями, эти небесные «камешки» и «железяки» раскаляются добела и яркими падучими звездами прочерчивают небо. Почти все они сгорают, и до поверхности Земли долетает лишь небольшая часть метеоритного вещества.

Иногда наблюдается редкое явление — взрыв метеорита в воздухе. Такие метеориты называются **болидами**. Болид — это крупный метеорит, проникший в нижние слои атмосферы вместе с огненной оболочкой, состоящей из раскаленных от трения частиц. При взрыве болида бывает яркая вспышка и грохот, как от разорвавшегося снаряда. Осколки болида, оплавленные и дочерна обугленные, выпадают на Землю.

Падение метеорита всегда вызывало пристальный интерес людей. О самых примечательных событиях, связанных с метеоритами, сообщают и древние китайские летописи, и сочинения античных естествоиспытателей Эллады и Рима. Немало таких сообщений содержится в летописях средневековой Руси. Вот, например, что происходило в 1290 г. в окрестностях Великого Устюга: «*Грому бе многу и страшну бывшу зело над градом Устюгом, яко же не слышати, что друг с другом глаголети; яко небо и земля от того страшного труса (трясения, содрогания. — Авт.) непрестанно колебатися и трястися... Многим и бесчисленным камением поломило лес и дебри овы древеса искорени избиша, а иные вполы положиша*». Описано чрезвычайно редкое явление — метеоритный дождь, который точнее было бы назвать градом.

В том же Северо-Двинском крае монах-летописец Кирилло-Белозерского монастыря описал похожие события ноября 1662 г.: «*Звезда*

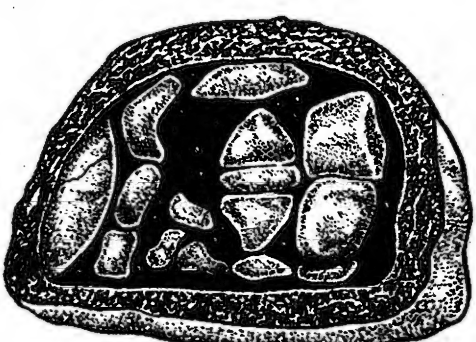
велика, долга скоро вышла... земля тряслась, и хоромы тряслись, и многие люди от ужасти на землю падали. А скотина всякая в кучу металась и главы на небо подняли и брычат, коя как умеет. И потом камение падало с великою яростию, великое и малое».

Известны случаи, когда падение метеорита причиняло людям ущерб: в 1836 г. в Бразилии метеоритный дождь перебил часть овечьего стада, в 1911 г. одиночный метеорит в Египте убил собаку. Иногда страдают даже крупные каменные постройки, как, например, в XVII веке церковный купол в Тобольске и сто лет спустя монастырская башня в Вюрцбурге. Бывают и курьезные случаи: один небольшой метеорит плюхнулся прямо в корыто прачки, стиравшей белье во дворе дома. Другой метеорит (это было в 1927 г. в Японии) настолько затормозился при падении, что запутался в складках кимоно маленькой школьницы. В 1998 г. маленький, но очень горячий метеорит (величиной с маковое зерно) обжег руку одной ученой дамы в районе Филевского парка Москвы. Но все события, подобные описанным, чрезвычайно редки.

А вообще на Землю каждые сутки выпадают тонны метеоритного вещества — в виде очень мелких частиц. По очень осторожным оценкам специалистов, за счет выпавших метеоритов наша планета ежегодно прибавляет в весе как минимум на две тысячи тонн. При этом среди небесных гостей встречаются

такие, что не заметить просто невозможно. Имена самых знаменитых метеоритов — железных, каменных и железокаменных — широко известны. Наиболее крупные метеориты все же долетают до Земли и становятся объектами изучения. Некоторые из них производят мощное воздействие на всю окружающую природу и задают такие задачи, что ученые десятилетиями пытаются их решить — и не всегда успешно...

Если монахи и ученые описывали загадочные явления, размышляя, что бы это значило, то охотники и скотоводы древнего мира нередко относились к ним чисто практически. Например, эскимосы Гренландии, чукчи и эвенки Северо-Восточной Азии, находя куски небесного железа, ковали из него ножи и наконечники копий. В отличие от жителей суровой Арктики, обитатели более южных краев воспринимали небесные предметы как особые



Кааба — сцементированные осколки черного камня метеоритного происхождения

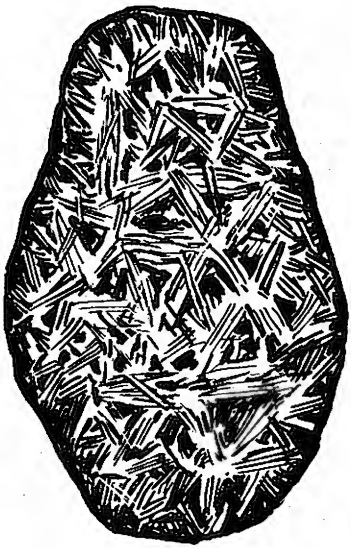
знаки свыше и поклонялись им, вмуровывая в стены храмов или сооружая для них специальные культовые здания. Подобное применение метеоритов практиковалось в Риме, на Аравийском полуострове, в Германии и Японии. Знаменитый черный камень Кааба в Мекке, собирающий миллионы паломников-мусульман, тоже имеет метеоритное происхождение.

ИСТОРИЯ СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗЯКИ

Было это в лето 1749 от Рождества Христова. Сибирский казак, кузнец **Яков Медведев** нашел в Саянской тайге очень странный камень. Это была глыба из чистого блестящего железа, даже не затронутого ржавчиной. В белом металле виднелось множество вкраплений — желтых прозрачных камешков. По величине глыбы опытный кузнец прикинул ее вес — получилось что-то около пятидесяти пудов (1 пуд = 16 кг). Явно не руда! Но откуда она взялась? Старые люди говорят, что иногда такие диковины с неба падают. Вроде бы даже первые железные ножи и топоры делались из таких вот небесных подарков. А что тут такого? Все в воле Божьей... Медведев отметил место находки и через некоторое время привез диковинную находку в Красноярск.

А в 1772 г. в Красноярск приехал путешествовавший по Сибири петербургский академик **П. С. Паллас**. Найденная Медведевым

10-1146и



Железный метеорит

железная глыба так заинтересовала ученого, что вскоре его стараниями чудесная находка была перевезена в Петербург. С этого времени она получила в научном мире известность под названием **«Палласово железо»**. Очень быстро отпиленные от «Палласова железа» куски оказались во многих лабораториях стран Европы. Разумеется, попали эти «железки» и в Парижскую Академию наук.

Париж в то время был виднейшим научным центром Европы. И, естественно, ученый мир прислушивался к мнению «бессмертных» (так называли парижских академиков). Когда в распоряжении Академии оказался кусок «Палласова железа» с пояснением, что сибирские кузнецы и аборигены-оленеводы считают данный предмет упавшим с неба, французские ученые попросту проигнорировали эту информацию. Не принимать же всерьез фантазии этих русских варваров и сибирских дикарей! А когда в 1790 г. Академия получила сообщение из города Жюльяка в Гаскони (протокол за подписью мэра и 300 горожан) о падении с

неба большого камня, Академия выразила сожаление, что жители Жюльяка имеют такого глупого и суеверного мэра.

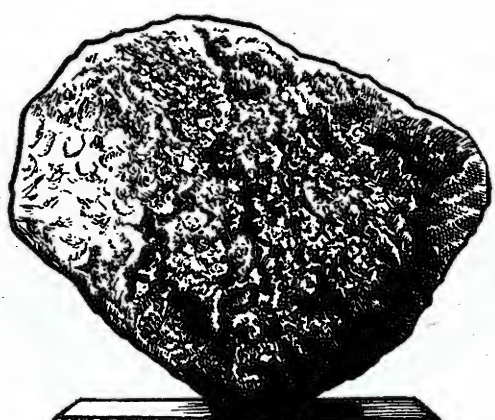
Однако не всем европейским ученым были свойственны подобные предвзятость и высокомерие. Немецкий физик, словак по происхождению **Эрнст Хладный** в своей книге о «Палласовом железе» (1794 г.) убедительно доказывал, что и подобные «глыбы самородного железа», и падающие с неба камни имеют космическое происхождение и могут быть осколками более крупных небесных тел. Можно сказать, что исследование Хладного положило начало новому направлению науки — **метеоритной астрономии.**

Следующие доказательства поступили свыше — в буквальном смысле. В том же 1794 году упал камень с неба в Италии, через год — в Англии. Ученые этих стран признали правоту

Каменный метеорит

Хладного. Лишь Парижская Академия долго не могла смириться с необходимостью отменить свое постановление от 1772 г. (подписанное самим Лавуазье), согласно которому «падения камней с неба физически невозможны». И только в 1803 г., после настоящего метеоритного дождя в Эгле, «бессмертные» решились официально признать существование «небесных камней» — метеоритов...

В 1807 г. российские астрономы узнали, что Парижская Академия наук наконец-то постановила считать исследование метеоритных явлений наукой. Но к этому времени профессор Харьковского университета **А. Стойкович** уже издал книгу, в которой приводил подробное описание всех известных метеоритов и ряд гипотез об их возможном происхождении. И хотя в спорах вокруг природы «Палласова железа» и других железокаменных метеоритов



«Палласово железо»

долго еще будут скрещиваться клинки аргументов «за» и «против», метеоритика как наука стала неуклонно набирать обороты.

«Палласово железо» хранится в Москве, в Российской Академии наук. От красноярской глыбы весом в 700 кг осталось 514 кг. Вблизи места, где нашел ее Медведев, на вершине Метеоритной сопки был в 1980 г. установлен памятник. Это поставленный на ребро чугунный диск весом около тонны, с изображением падающего метеорита и соответствующей надписью. Участок тайги вокруг него получил статус памятника природы «Отрог Палласова железа».

САМЫЕ ЗНАМЕНИТЫЕ

В настоящее время астрономы профессионально занимаются **метеоритами**. Существуют специальные организации по регистрации и изучению метеоритов. В Российской Академии наук действует Комиссия по метеоритам, располагающая замечательной коллекцией. Здесь, кроме главной «жемчужины», если можно так назвать «Палласово железо», находится Минский метеорит 1937 г. весом в 188 кг, и тоже железокаменный. Хранятся метеориты и в других городах России. Например, в Саратове находится каменный метеорит «Саратов», выпавший в 1917 г. При падении он оставил осколки на пути в 120 км, и то, что было собрано, весит 221 кг.

Науке известно немало интересных метеоритов. Например, уже упоминавшийся **Кааба** — «черный камень». Упав когда-то на землю Аравийского полуострова, он стал объектом религиозного поклонения. В городе Мекке (Саудовская Аравия) находится храм Каабы, куда совершают паломничества миллионы правоверных мусульман. Но «Черный камень» — метеорит сравнительно небольшой. А среди известных небесных пришельцев имеются настоящие гиганты. Самый большой из них — железоникелевый метеорит **Гоба** — найден в Африке (Намибия) в 1920 г. И хотя он был полностью откопан, но и по сей день остается там, где обнаружен — непросто вывезти глыбу весом в 60 тонн! Гоба состоит на одну шестую из никеля, что придает ему особую твердость. Чтобы отпилить от него кусок в 2,5 кг, пришлось упорно работать два дня и сменить десятки ножовочных полотен.

Железный метеорит **Анигито**, или **Кейп-Йорк I**, был найден в Гренландии в 1815 г. Ученые спрашивали местных эскимосов, когда он упал, но ответ был один: «Давно здесь лежит...» Несмотря на громадный вес в 31 т, американцы смогли доставить его в Нью-Йорк. Железный метеорит **Бакубирито** весит 27 т. Найденный в 1863 г. на территории Мексики, он и сейчас лежит на месте падения. Почти такой же вес имеет африканский метеорит **Мбози** (Танзания), открытый в 1930 г.

Но самый громадный из учтенных железных метеоритов, весом до 70 тонн, выпал в 1947 г. Это **Сихотэ-Алиньский метеорит.** Однако найти и собрать по «свежим следам» удалось только 27 тонн осколков. Представить картину этого события можно по небольшой заметке «Падение метеорита» в газете «Вечерняя Москва» от 17 февраля 1947 г.:

«Жители таежного Красноармейского района 12 февраля явились свидетелями весьма редкого явления. В 10 часов утра на небосводе был замечен гигантский пылающий метеорит, пронесшийся с огромной скоростью в направлении отрогов Сихотэ-Алиньского хребта. Падение метеорита сопровождалось громовым шумом, вызвавшим сотрясение воздуха, от которого в окнах многих зданий разбивались стекла, разрушались трубы, как в

Осколок Сихотэ-Алиньского метеорита

сильную бурю качались вековые деревья. В ряде мест огромные дубы и кедры были вырваны с корнями. При падении метеорит оставил за собой густой дымный члед коричнево-красного цвета, державшийся в воздухе длительное время. Были слышны взрывы...»

Как выяснила экспедиция Комитета по метеоритам Академии наук СССР под руководством **Е. Л. Кринова**, тогда в районе Сихотэ-Алиня выпал настоящий «железный дождь».

Самый свежий «дар неба» по имени **Мундрабилла** (весом в 10 тонн) упал в Австралии в 1966 году.

А самый загадочный метеорит взорвался над Сибирью летом 1908 года. Но о нем разговор отдельный.

ТАИНСТВЕННЫЙ «ТУНГУС»

Слышу эхо далекого взрыва,
Вижу землю и небо в огне.
Ой ты, диво, Тунгусское диво,
Не даешь ты спокойствия мне.

Г. Карпунин

Ранним утром 30 июня 1908 года над Центральной Сибирью многочисленные свидетели наблюдали невиданное зрелище: по небу летел огненный, ослепительно яркий шар, оставляя за собой светящийся след. В районе реки Подкаменная Тунгуска люди увидели, как шар, казавшийся ярче солнца, превратился в ог-

ненный столб, земля содрогнулась, гул и грохот сотрясли окрестности. Звук взрыва был слышен за 1200 километров. От взрывной волны валились деревья, из окон вылетали стекла, метались по тайге звери и птицы, в реках поднимались водяные валы.

Вот как описывали происходившее некоторые очевидцы из местных жителей.

«Только я замахнулся топором, чтобы набить обруч на кадушку, как вдруг заметил, что точно на севере... появился огонь, который охватил всю северную часть неба. В этот момент мне стало так горячо, что словно на мне загорелась рубашка, причем жар шел с северной стороны. Я хотел разорвать и сбросить с себя рубашку, но в этот

момент небо захлопнулось и раздался сильный удар. Меня же сбросило с крыльца сажени на три. В первый момент я лишился чувств... Потом оказалось, что многие стекла в окнах были выбиты, а у амбара переломило железную накладку для замка у двери...» (С. Б. Семенов, русский).

«Вдруг раздался страшный грохот. Тяжелый стон пронесся по тайге, а вслед за тем появился ослепительный шар. Жар от него сжигал землю. Могучие столетние великаны-деревья сплели свои сильные ветви, чтобы устоять от невесть откуда взявшейся напасти, но дрогнули. Будто чудовищный дракон шагал по тайге, и деревья трещали под его лапами, подобно хворосту. Раздался взрыв... Над тайгой повис столб пламени» (И. П. Петров-Лючеткан, эвенк).

Как оказалось, деревья были повалены в радиусе 30 км. Пожар уничтожил растительность на десятки верст вокруг. Волны землетрясения докатились до Германии. Воздушная волна дважды обогнула земной шар. Более четырех часов продолжалась мощная магнитная буря. Над Сибирью и всей Россией в первую ночь после взрыва тьма не опускалась на землю: небо покрылось светящимися облаками. Различные световые явления в атмосфере продолжались до 20-х чисел июля.

«Падение Тунгусского метеорита» — под таким названием вошло это событие в историю естествознания. По оценкам специалистов,

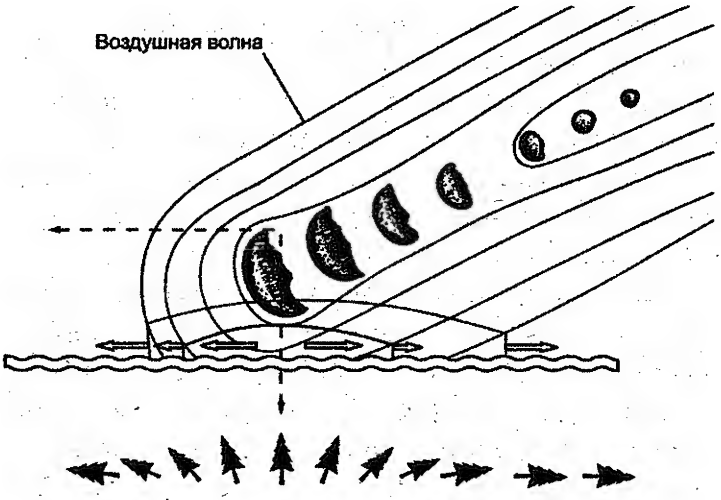


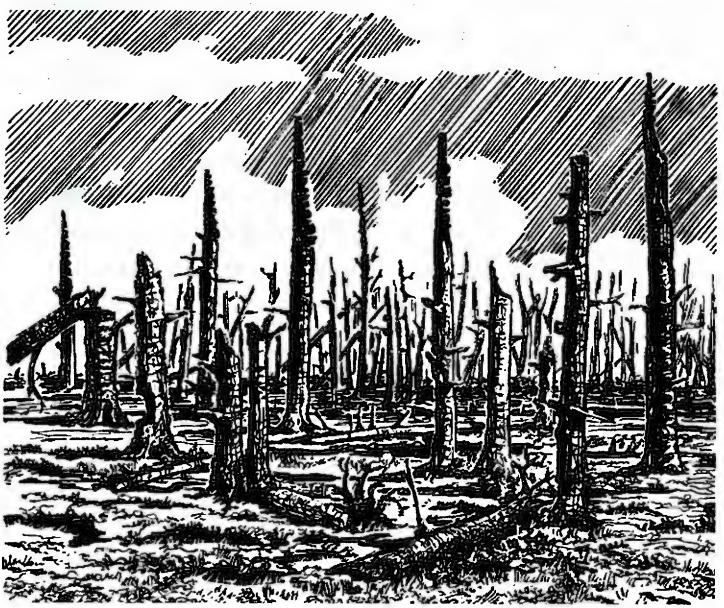
Схема вывала леса Тунгусским метеоритом

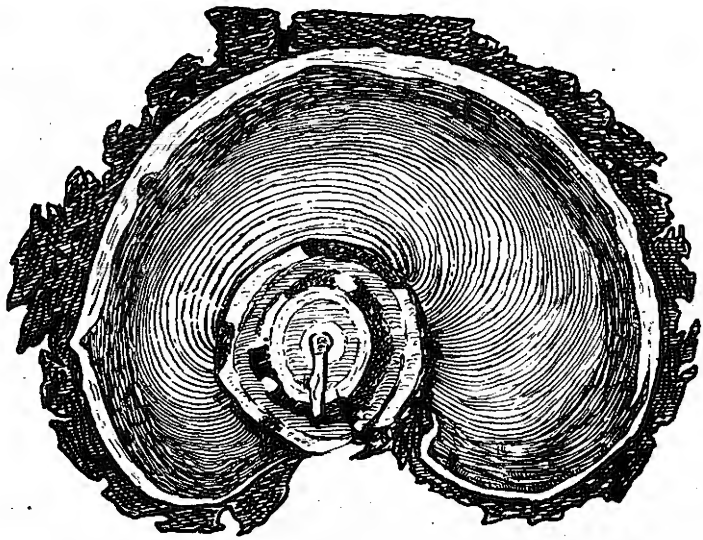
взрыв и волну такой силы могло вызвать падение тела массой в 100 тысяч тонн. Если бы это тело действительно упало. Но не найдено в тех местах ни осколков метеорита, ни кратера. Взрыв был, пожар — был, лес повален, а метеорита нет. С начала 1920-х годов до последнего времени в район Тунгусской катастрофы выезжало множество экспедиций. Но окончательного вывода, что же там взорвалось над тайгой, не сделано до сих пор...

«Тунгусское диво» породило массу самых разнообразных гипотез. Первый исследователь загадочного явления, советский ученый **Леонид Алексеевич Кулик** был уверен, что причиной явления был гигантский метеорит, железный или каменный. Когда, начиная с 1959 года, к месту события стала регулярно

выезжать **Комплексная Самодеятельная Экспедиция** (КСЭ) из Томска (потом в нее вошли энтузиасты из Новосибирска, Красноярска, Иркутска, Твери, Москвы и других городов), окончательно выяснилось, что «Тунгусское тело» нельзя поставить в один ряд с железными или каменными метеоритами, обычно выпадающими на Землю. В этом убеждает хотя бы тот факт, что энергия Тунгусского взрыва соответствует энергии взрыва примерно 1000 атомных бомб, сброшенных американцами на японские города Хиросиму и Нагасаки в 1945 г.

Странным выглядит и еще одно обстоятельство: после 1908 года лес в районе взрыва вырос необыкновенно быстро. Более того, ус-

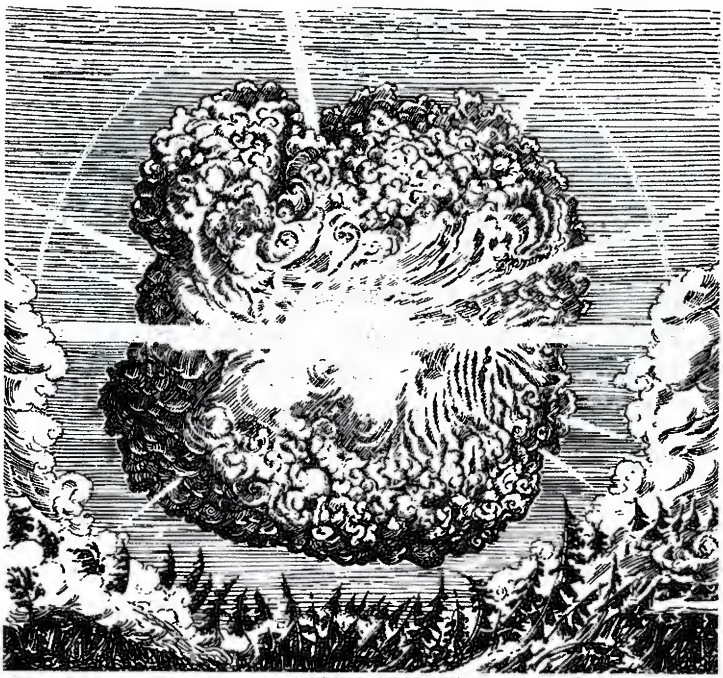




Срез тунгусского дерева

корился рост старых, уцелевших деревьев — это видно по годовым кольцам на спиленных деревьях. А в радиусе около трех километров от эпицентра взрыва радиоактивность в два раза выше, чем в других местах...

После первого полета человека в космос журналисты вдруг вспомнили гипотезу, которую высказал еще в 1946 году писатель-фантаст **Александр Казанцев** в рассказе «Взрыв»: «Над Тунгусской тайгой взорвался космический корабль инопланетной цивилизации». Были высказаны предположения, что взрыв над тайгой был ядерным. Вслед за этим на страницах отечественной научно-популярной периодики появилось множество разнообразных гипотез — от взрыва корабля, прибывше-



го с Марса, до луча мощного лазера, направленного со звезды 61-й Лебедя...

Но материалы экспедиций не нашли весомых доказательств инопланетного вторжения. Как выяснилось, для взрыва крупного космического объекта совсем не нужны ни ядерные, ни какие-либо другие инопланетные двигатели. Взорваться может и камень, и глыба льда, так как наиболее массивные метеориты достигают поверхности Земли со скоростью, ненамного меньше космической. Происходит самый настоящий взрыв, мощность которого может превосходить мощность любой атомной бомбы. Такой метеорит производит огромные

разрушения и разрушается сам, полностью превращаясь в газ, который рассеивается в атмосфере.

Это — лишь одно из возможных решений задачи, поставленной перед человеческим разумом. Продолжают поступать все новые гипотезы. В 1978 г. «Астрономический вестник АН СССР» опубликовал статью физика **А. П. Невского**, в которой утверждается: «Тунгусский феномен» — не что иное, как взрывной распад метеорных тел в результате мощного электрического разряда. В 1984 г. красноярский ученый **Д. Тимофеев** предположил, что Тунгусский феномен имеет в основном земное происхождение: это мог быть взрыв огромного облака природного газа, вырвавшегося из болота и образовавшего с воздухом гремучую смесь. Достаточно было огонька спички, молнии или даже болида, чтобы эта смесь взорвалась.

Но тайна «Тунгуса» остается неразгаданной. Может быть, кому-то из читающих эти строки со временем предстоит вынести окончательное решение.

ОПАСНЫЕ ВСТРЕЧИ

При взгляде на фотографии поверхности Луны, Меркурия и даже Марса бросается в глаза обилие там кратеров. Все они — следы падения метеоритов, а самые крупные, возможно, от столкновения планет с астероидами.

На Меркурии и Луне атмосферы совсем нет, а на Марсе она очень разреженная. Поэтому все небесные «гостинцы» обрушиваются на эти планеты, не встречая сопротивления.

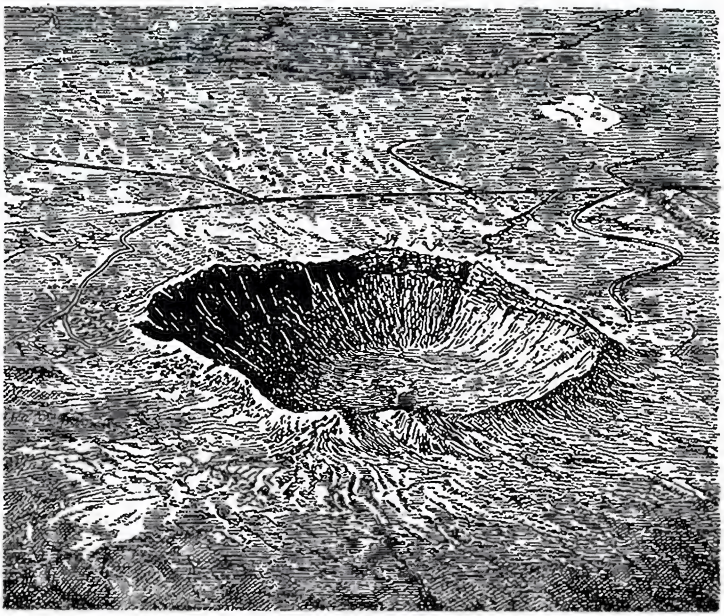
На Землю, как известно, тоже падают метеориты, до 2000 штук ежегодно, но мы их практически не видим. Дело в том, что на Земле все еще много необитаемых мест, и из двух тысяч метеоритов наблюдаются людьми только 2–3 экземпляра в год, а то и меньше. Но метеориты падают к нам постоянно. Правда, очень крупные метеориты достаточно редки, потому что Земля надежно защищена плотной атмосферой с кислородом, хорошо поддерживающим горение.

Но на космической трассе Земли бывают и более опасные встречи. О них напоминают земные кратеры, которые еще называют звездными ранами — **астроблемами**. Самые обширные раны Земли, нанесенные в давние времена астероидами или гигантскими метеоритами, имеют огромные размеры — диаметром в сотни и тысячи метров. Вот сведения о размерах и давности образования наиболее известных «звездных ран»:

— кратер Скалбери в Канаде, диаметр 140 км, образовался 1840 миллионов лет назад;

— кратер Вредефорт в Южной Африке, диаметр 140 км, возраст — 1970 милллионов лет;

— кратер Попигай в Сибири, диаметр 100 км, возраст — 38 миллионов лет;



Аризонский кратер

— кратер Пучеж-Катунь в Поволжье, диаметр 80 км, возраст — 183 миллиона лет;

— кратер Карский (Россия, Полярный Урал), диаметр 50 км, возраст — 57 миллионов лет.

Но даже кратеры меньшего размера, образовавшиеся после метеоритных ударов, производят сильное впечатление. Вот характеристики некоторых следов, оставленных «меньшими братьями» астероидов — метеоритами, с указанием местности нахождения кратеров:

— Чабб, Канада, один кратер, диаметр — 3500 м;

— Брент, там же, один кратер, диаметр — 3200 м;

— штат Аризона, США, один кратер, диаметр — 1200 м;

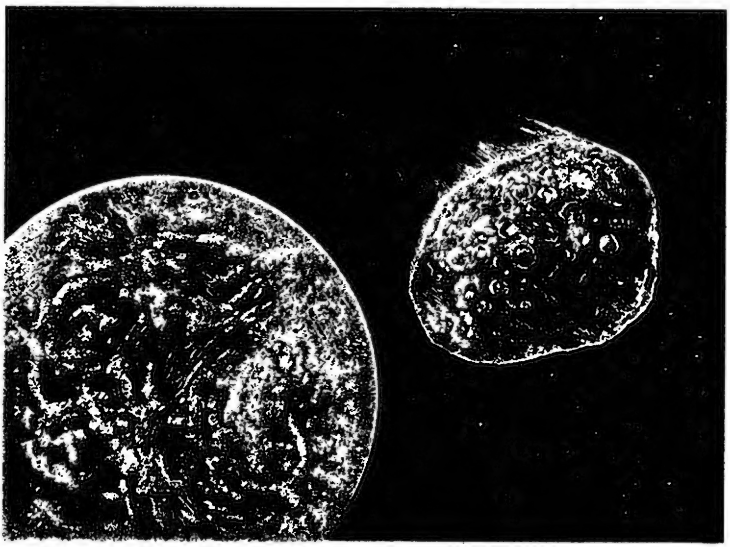
— Хэнбери, Австралия, 10 кратеров диаметром от 100 до 200 м;

— остров Эзель, Эстония, 6 кратеров диаметром 100 м;

— Вабар, Аравия, один кратер, диаметр — 100 м;

— Сихотэ-Алинь, Россия, около 100 кратеров диаметром до 28 м.

Глядя на гигантские воронки, сделанные этими сравнительно небольшими небесными телами — метеоритами, человек понимает, что даже наша мощная атмосфера не может за-

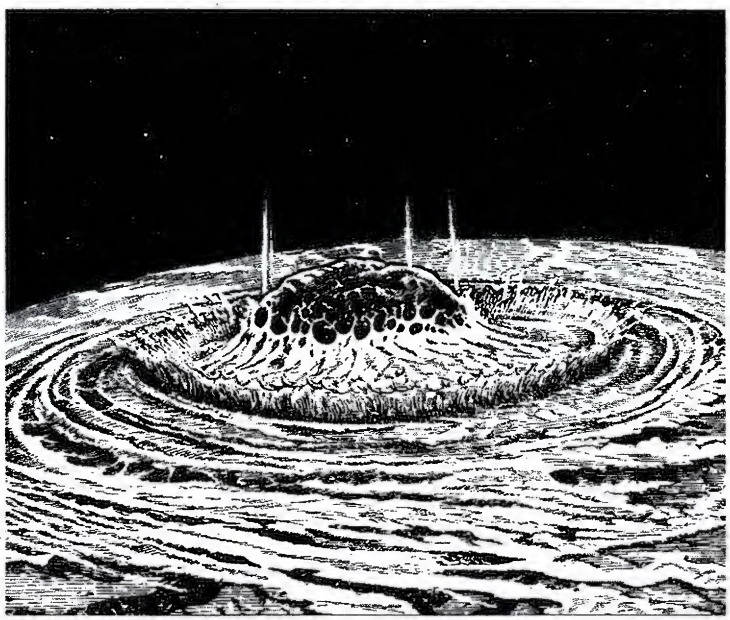


Крупный астероид в сравнении с Землей

держать их вторжения. А что уж тогда говорить о таких незваных космических «гостях», как малые планеты — астероиды! Вот что писал об этом в начале XX века **К. Э. Циолковский**: «*Падение на Землю тучи болидов или планетки с поперечником в десяток верст может дать такой удар Земле, что образовавшаяся твердая, жидкая или газообразная волна все сметет с лица Земли — и человека и его постройки. При этом одно повышение температуры атмосферы может все спалить или умертвить*».

Ученые давно подсчитали, что даже такая «планетка», как астероид диаметром в 2 км, производит разрушения на площади в сто тысяч квадратных километров, а при диаметре астероида в 4 км эта площадь возрастет до полумиллиона квадратных километров. Для справки: вся территория современной России — 17 миллионов квадратных километров. Но расчеты были проведены и для более крупных астероидов — радиусом до 35 км. Такой «пришелец» уничтожит все на площади, равной половине поверхности Земли...

В течение XX века вблизи земной орбиты проходили трассы нескольких астероидов. Например, в 1932 г. был открыт астероид Аполлон, который прошел на расстоянии в 3 млн км от орбиты Земли. За ним последовал Адонис, в 1936 г. приблизившись к нашей планете на 1,5 млн км. В 1937 г. астероид Гермес прошествовал мимо Земли на расстоянии около



Астероид, врезавшийся в земную атмосферу

500 тысяч километров. Эта дистанция уже сравнима с расстоянием от Земли до Луны. Размер Гермеса — около 1 км. В 1949 г. был обнаружен астероид Икар (размером 2 км). Расчеты его траектории показали, что в 1968 г. он может столкнуться с Землей. Но «может» не означает «должен». Икар прошел своей дорогой на расстоянии 6,4 млн км. Следующий визит Икара «назначен» на 2015 год, но на этот раз дистанция будет еще длиннее.

В марте 1989 г. только что открытый астероид «1889ГС» размером «всего» около 800 метров пролетел мимо нас на расстоянии в 1 млн км. Конечно, это не такая громадина, как, напри-

мер, 32-километровый Эрос, но тоже не подарок... Зимой 1991 года американец **Д. Рабинович** обнаружил астероид «1991BA», когда тот проходил всего в 170 тысячах км от Земли. Это уже серьезно. Правда, по своим размерам (в пределах 10 м) данный объект, случись ему упасть на Землю, был бы отнесен скорее к метеоритам. А вот в 1997 году **Джеймс Скотти** (США) открыл очень большой (1,5 км) астероид, получивший номер 1997 XF II. Эта «большая малая» планета пролетала так близко от Земли, что теоретически не исключалась опасность столкновения. Ведь 40 тысяч километров — это для космоса совсем немного...

Выше были приведены цифры, показывающие масштабы разрушений на Земле при столкновении с астероидами разных размеров. Но последствия возможных столкновений — не только механические разрушения, как при землетрясении. Выделившаяся при ударе энергия такова, что может спровоцировать целый комплекс катастроф в виде наводнений, цунами, извержений и взрывов вулканов, массовых пожаров, ураганов, выделения в атмосферу ядовитых газов и т.д. Наука не исключает, что по крайней мере 65 миллионов лет назад в результате космической катастрофы на Земле погибло около 95% всего живого. В частности, именно эта катастрофа уничтожила гигантских динозавров. Но место одних видов животных занимают другие. А «звездные раны» Земли не заживают...

КОСМАТЫЕ ВЕСТНИЦЫ НЕБЕС

Бог шлет на нас ужасную комету,
Мы участи своей не избежим;
Я чувствую, конец приходит свету;
Все компасы исчезнут вместе с ним.

П. Ж. Беранже

Без малого тысячу лет назад киевский монах-летописец оставил нам краткое, но выразительное свидетельство о необычном небесном явлении. Было это в 1066 году:

«В сии же времена бысть знамение на западе, звезда превелика, лучи имуще акы кровавы, всходящи с вечера по заходе солнечном и пробысть за 7 дней; се же проявление не на добре, по сем бо бяше усобица много и нашествие поганых на русскую землю, си бо звезда бе акы кровавы, проявляющи кровопролитие».

Более подробно, но не менее выразительно отразил сходное событие московский летописец 552 года спустя:

«В лето 7127 (1618) бысть знамение велие: на небесах явися над самою Москвою звезда. Величиною же она бяше, како и прочие звезды, светлостию же она сих звезд светлее. Она же стояше над Москвою, хвост же у нея бяше велик. И стояше на Польскую и на Немецкие земли хвостом. От самой же звезды поиде хвост узок, и от часу же нача распространятися; и хвосту распространившися яко на поприще. Царь же и людие все, видя такое знамение московскому царству, и страшахуся от

королевича, что в тое же пору пришед под Москву. Мудрые же люди философы о той звезде стаху толковати, что та есть звезда не к погибели московскому государству, но к радости и к тишине. О той де звезде толкуется: как она стоит главою над каким государством, ни которова же мятежа в том государстве не живет, а на кои государства она стоит хвостом, в тех же государствах бывает всякое нестроение и бывает кровопролитие многое и междоусобные брани и войны великие меж ними. Також толкование и сбыться».

Интересно, что краткие сообщения, оставленные монастырскими летописцами, оказываются намного реалистичнее описания, сделанного светским автором **Симоном Гуляром** (Франция) о появлении кометы 1527 года:

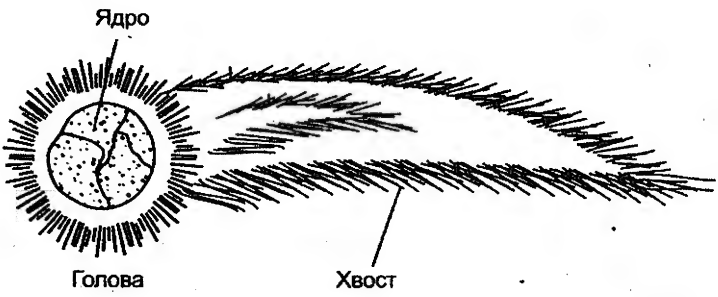
«Она навела столь великий ужас, что иные от страха умерли, а другие захворали. Сотни людей видели ее, и всем она казалась кровавого цвета и длинной. На вершине ее различали согнутую руку, держащую тяжелый меч и как бы стремящуюся им поразить. Над острием меча сверкало три звезды, и та, что прикасалась к нему, превосходила своим блеском остальные. По обеим сторонам от лучей кометы видели множество секир, кинжалов и окровавленных шпаг, среди которых множество отрубленных голов со взъерошенными волосами и бородами производили страшное зрелище».

Что же знает современная наука о кометах? Действительно, в составе семейства Солнечной

системы **кометы** — самые необычные по виду космические тела. Само слово «комета» означает «косматая». Это название кометы получили за то, что при подходе к Солнцу у них появляются длинные и пышные «хвосты», которые иногда называют лучами. Именно необычный вид комет вызывал у людей суеверный ужас. Появление на небе залетных косматых звезд, напоминающих то метлу, то — меч или ятаган, считалось предвестием массовых бедствий — эпидемий, голода, засухи, но прежде всего — войны... На Руси и в России появление комет в 1378 и 1811 годах люди прочно связали с нашествиями Тохтамыша и Наполеона.

НЕУЖЕЛИ ОДНА ВИДИМОСТЬ?

Кометы, как и метеориты, можно считать «близкими родственниками» астероидов, так как они тоже входят в число малых тел Солнечной системы. Однако они имеют более существенные отличия. Одно из этих отличий французский астроном Бабинэ выразил краткой характеристикой: «видимое ничто». Потому что комета производит впечатление громадного космического объекта, а материала в ней меньше, чем в теле самого заурядного астероида. Крупные кометы действительно сравнимы со звездами, но — только по размерам. Масса кометы, напротив, очень мала для ее колоссальных видимых габаритов. Объясня-



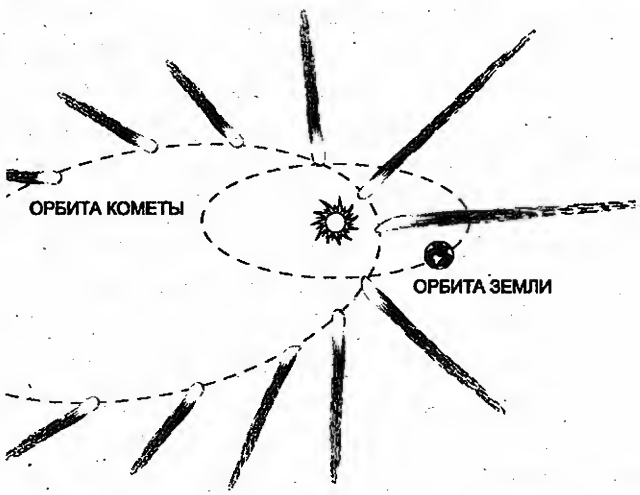
Строение кометы

ется это тем, что комета состоит из вещества малой плотности, к тому же значительная часть этого вещества находится в газообразном состоянии.

Основные части кометы — **ядро, голова** и **хвост.** Голова, или иначе **кома** — самая яркая часть кометы, особенно яркая в центре. Эта центральная область головы — ядро кометы. Ядро — единственный элемент кометы, состоящий из компактного твердого вещества в виде льда, точнее, нескольких разных «льдов» — водяного, аммиачного, метанового, углекислотного. Но эти «льды» совсем не похожи на прозрачные ледяные кубики из морозильника. В кометном ядре множество вкраплений из кремния и металлов в виде мелких твердых частиц и просто пыли. Эти «льды» находятся в рыхлом состоянии вроде снега. Поэтому при ближайшем рассмотрении кометное ядро выглядит скорее всего как грязная снежно-ледяная глыба на городской улице весной. Размеры ядра невелики и не превышают нескольких

километров. Оно окружено туманной светящейся оболочкой, которая вместе с ядром и образует голову кометы.

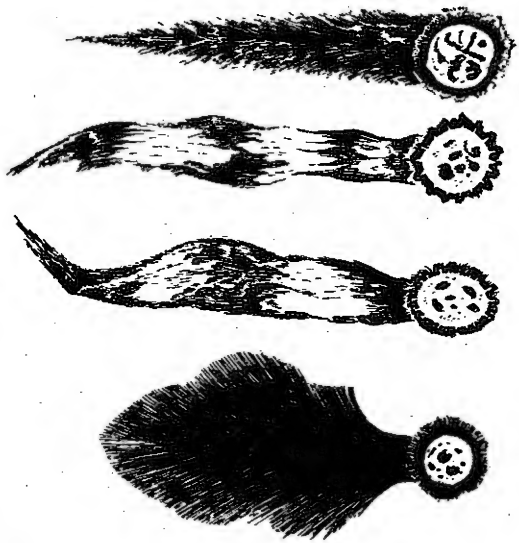
Свечение кометы — что это? Отражение солнечных лучей, или кометное ядро само служит источником света? И то, и другое. Отраженный свет «работает», когда комета далеко от Солнца. Но одного отраженного света было бы недостаточно для возникновения столь яркого свечения, какое наблюдается у крупных комет при сближении с Солнцем. Когда комета подходит близко к Солнцу, ее твердое ядро так сильно нагревается, что его испарения раскаляются и сами начинают светиться. Речь не о водяном паре: ведь в составе ядра есть и металлы — натрий, железо, никель и другие. Первым из металлов испаряется и раскаляется до свечения натрий, затем не выдерживает и железо.



Орбиты большинства комет имеют форму эллипса

Хвост кометы — ее самая выдающаяся часть. Именно хвост и привлекает внимание к этой небесной гостье. Появление у комет хвоста связано с особенностями их орбит. Орбиты большинства комет имеют форму **эллипса**. Гораздо реже встречаются почти круговые орбиты. Кометы с круговыми и эллиптическими орбитами называются периодическими. Правда, бывают настолько вытянутые орбиты, что комета, показавшись один раз, больше и не появляется на земном небе. Пока комета находится далеко от Солнца, она имеет округлый вид. Но по мере приближения к нему оболочка постепенно вытягивается, ледяное ядро все интенсивнее испаряется, выделяя в оболочку газы и пыль. Под действием солнечного ветра, выдувающего из оболочки самые легкие частицы, образуется хвост кометы, направленный в противоположную от Солнца сторону.

Хвосты комет отличаются заметным разнообразием. На известном европейском рисунке времен Средневековья комета изображена в виде прямого клинка рыцарского меча. Это значит, что хвост кометы был прямым и расширяющимся. Наш современник сравнил бы его скорее с лучом прожектора, да и русские летописцы использовали слово «лучи». На некоторых старинных иллюстрациях комета изображена в виде кривой татарской сабли или турецкого ятагана. Очень верное наблюдение! У комет часто бывают изогнутые хвосты, причем даже с темными поперечными полосами. Фор-



Классификация кометных хвостов (Ян Гевелий, XVIII в.)

ма хвоста зависит, в частности, от состава испускаемых ядром кометы выбросов. Прямой хвост типа луча прожектора состоит из газов. Широкий хвост, изогнутый наподобие ятагана и украшенный поперечными полосами — газопылевой. А небольшой, круто изогнутый хвост кометы состоит в основном из пылевых выбросов. Реже всего наблюдается аномальный хвост — маленький, обращенный в сторону Солнца. Его природа пока неизвестна.

На форму хвоста кометы сильно влияют и две противоположно направленных силы. Это сила давления солнечного ветра, отталкивающая частицы от Солнца, и сила гравитации со стороны Солнца, притягивающая их. По сте-

пени кривизны изогнутого хвоста можно судить о том, какая сила преобладает. Прямой, как луч прожектора, газовый хвост полностью сформирован солнечным ветром. Чем больше хвост изогнут, тем больше в нем тяжелых твердых частиц и, соответственно, тем сильнее действует солнечное притяжение.

Чем ближе комета подходит к Солнцу, тем длиннее и ярче становится ее хвост. Длина его достигает иногда одной а.е., то есть 150 миллионов километров — расстояния от Земли до Солнца. Потому-то кометы и сравнимы по размерам со звездами! После прохождения кометой **перигелия**, то есть ближайшей к Солнцу точки орбиты, процесс идет в обратном порядке: хвост укорачивается, его яркость постепенно гаснет. Позже вместо яркой красавицы-кометы с пышным хвостом стекла телескопа показывают лишь туманное пятнышко с ядром или даже без такового. «Так проходит мирская слава» — говорит латинская пословица. Путь кометы после свидания с Солнцем хорошо иллюстрирует народную мудрость древних римлян...

МОЖЕТ БЫТЬ, ЭТО ОНА ПОГУБИЛА АТЛАНТИДУ...

Историю человечества сохранила память о многих кометах. Одна из самых известных — **комета Галлея**. Она получила свое название по имени **Эдмунда Галлея**, английского моряка и

Комета Галлея (1989 г.)

астронома. Именно он установил, что кометы — обитательницы Солнечной системы. Он же вычислил орбиту этой яркой кометы и определил ее период обращения — 76 лет.

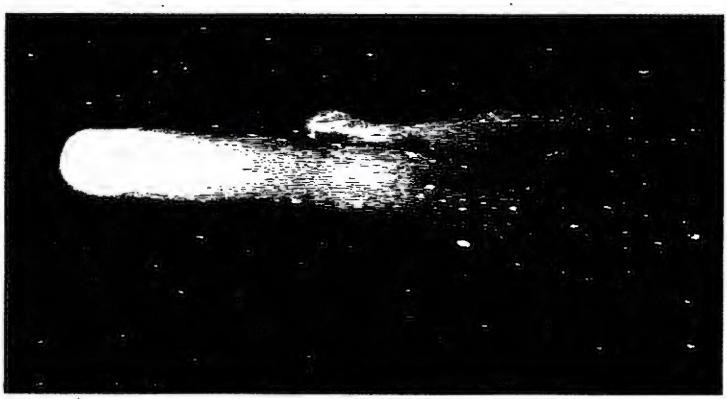
В XX веке комета Галлея дважды прошла по нашему небу — в 1910 и 1986 годах. Навстречу гостье 1986 года были запущены советские автоматические межпланетные станции **«Вега-1»** и **«Вега-2»**, японские **«Пионер»** и **«Планета»**, европейский космический зонд **«Джотто»**. Станции «Вега» попутно слетали еще и к Венере — для исследования атмосферных потоков планеты (отсюда и название «Вега» = «Венера» + «Галлея»).

Теперь об этой комете многое известно. Размеры ее ядра — $14 \times 7{,}5 \times 7{,}5$ км. Объем ядра — 90 кубических километров. Температура

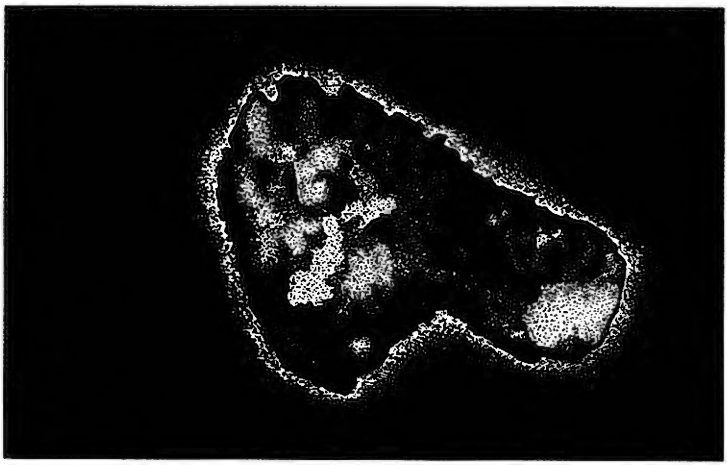
на освещенной стороне равна + 42 °С, внутренняя температура — минус 120 °С. Период вращения — 53 часа. Средний период обращения вокруг Солнца — 76 лет.

Эта космическая странница давно обращает на себя внимание астрономов и самых разных людей. Появляясь на небе, она всегда очень заметна. Изучая старинные летописи, ученые установили, что прохождение кометы Галлея вблизи Земли отмечается уже более 2000 лет. В 1986 году появление кометы было зафиксировано в тридцатый раз. А существует она, по мнению специалистов, уже свыше сотни тысяч лет.

Комета Галлея, как и другие большие кометы, имеет попутчиков. Эти попутчики — метеорные потоки. Но как стало известно не так давно, комету сопровождают и разные крупные тела — каменные и ледяные метеори-



Комета Галлея 1910 г.
(в момент потери плазменного хвоста)



Один из снимков ядра кометы Галлея, переданных со станции «Вега-2»

ты. При этом самые крупные попутчики опережают саму комету или отстают от нее на дистанцию до 2 миллиардов километров. Поэтому уже за два—четыре года до прибытия кометы на Землю могут обрушиваться непрошеные космические пришельцы.

И действительно, визиты кометы Галлея это подтверждают. В 1983 году на территории Украины и Белоруссии и части России наблюдался крупный болид. В начале 1984 года болиды были зафиксированы в Туркмении, Восточной Сибири и Португалии. А в феврале того же года так называемый **«Чулымский болид»** прочертил огненную трассу над Красноярским краем и Кемеровской, Томской, Новосибирской областями. Полет его сопровождался не только яркими зелено-голубыми

вспышками: на территории названных областей гасло электрическое освещение, выходили из строя телевизоры и радиоприемники. Над рекой Чулым болид с грохотом взорвался, образовав облако искр.

Это сразу напомнило специалистам, как за два года до прилета кометы Галлея-1910 в течение всего 1908 года наблюдалось повышенное число болидов. В том же году произошел и загадочный взрыв над Подкаменной Тунгуской...

Такие стечения обстоятельств привлекли внимание некоторых ученых. Известный атлантолог, он же академик Российской академии

Взрыв болида

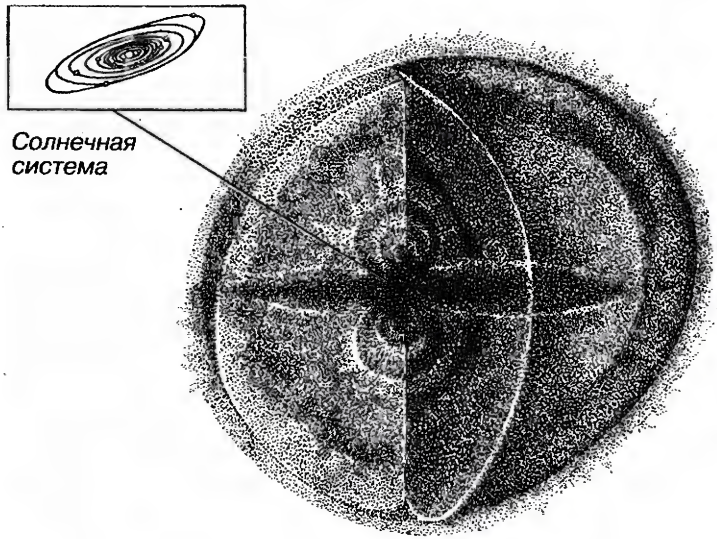
космонавтики **А. И. Войцеховский** решил проверить, а нет ли в «досье» на попутчиков кометы Галлея еще каких-нибудь серьезных проступков? Для этого он, зная периодичность сближений кометы с Землей, сделал расчеты на несколько тысячелетий назад, в доисторические времена. И вот что он обнаружил.

Одно из самых тесных сближений кометы Галлея с Землей произошло примерно 13,5 тысячи лет назад. Но, как известно, в тот же период времени произошла катастрофа, от которой изменился наклон земной оси на 30 градусов, поверхность Земли подверглась опустошительным землетрясениям, наводнениям, ураганам, мощным извержениям вулканов. В результате именно этой катастрофы, возможно, погибла и легендарная Атлантида.

ОТКУДА ОНИ БЕРУТСЯ И КУДА ДЕВАЮТСЯ?

Принято считать, что далеко за орбитой Плутона располагается огромное скопление кометного вещества — так называемое облако Оорта, где и рождаются «хвостатые звезды». Что это за таинственное облако?

Гипотезу о его существовании высказал в середине XX века голландский астроном **Я. Оорт.** Он предположил, что этот «кометный инкубатор» находится на расстоянии в 150 000 а.е. от Солнца. **Облако Оорта,** скорее всего, сущест-

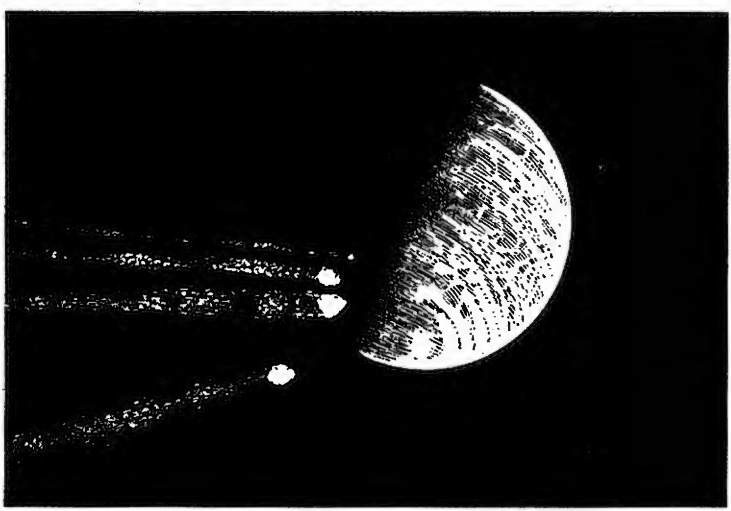


Облако Оорта

вовало не всегда. Его появление было вызвано космической катастрофой, произошедшей всего около 5 миллионов лет назад. Тогда между орбитами Марса и Юпитера взорвалась по неизвестной причине та самая гипотетическая планета Фаэтон, масса которой, по расчетам **ван Фландерна**, была в 90 раз больше массы Земли.

Ван Фландерн считает, что взорвавшаяся планета была покрыта толстым ледяным панцырем. В результате взрыва планеты обломки ледяной коры были выброшены далеко за орбиты самых дальних планет и образовали вокруг Солнечной системы облако из льдинок и ледяных глыб. Наблюдать его с Земли невозможно в силу большой удаленности.

Но космос — не пустота. Хоть и далеко, но со всех сторон есть звезды, а значит, действуют **возмущающие силы.** Поэтому отдельные куски льда получают начальную скорость и постепенно втягиваются в движение по околосолнечным орбитам и превращаются в кометы. Здесь на них начинает действовать гравитация планет и Солнца. В результате орбиты комет постепенно сокращаются. Проходя мимо планет, кометы могут задевать их своими хвостами, а иногда и сталкиваются с планетами. В 1994 году обломки распавшейся кометы **Шумейкера-Леви** врезались в поверхность Юпитера, образовав на ней углубления, по величине сравнимые с размерами Земли. Но такие события происходят нечасто.



Падение фрагментов кометы Шумейкера-Леви на Юпитер

Чаще всего комета после ряда прохождений вблизи палящего Солнца постепенно уменьшается в размерах, ядро становится все более рыхлым и в конце концов разрушается. Распадаясь, кометы образуют метеорные потоки. Когда Земля проходит через такой метеорный поток, остатки комет (метеоры) испаряются в земной атмосфере, оставляя в ночном небе светящиеся следы.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

В 1644 году **Рене Декарт** (Франция) высказал мысль, что самая устойчивая форма движения — вихревая. Значит, Солнце, планеты и спутники образовались в процессе вихревого движения материи. В 1744 году **Иммануил Кант** (Пруссия) предположил, что основой для Солнечной системы стало вращающееся облако межзвездного газа и холодных пылинок, находящихся в хаотическом движении.

В 1796 году французский математик **Пьер-Симон Лаплас** развил гипотезу Канта, предположив, что при вращении газопылевой туманности происходило ее сжатие. В результате часть вещества отделилась от центрального сгустка и послужила материалом для образования планет.

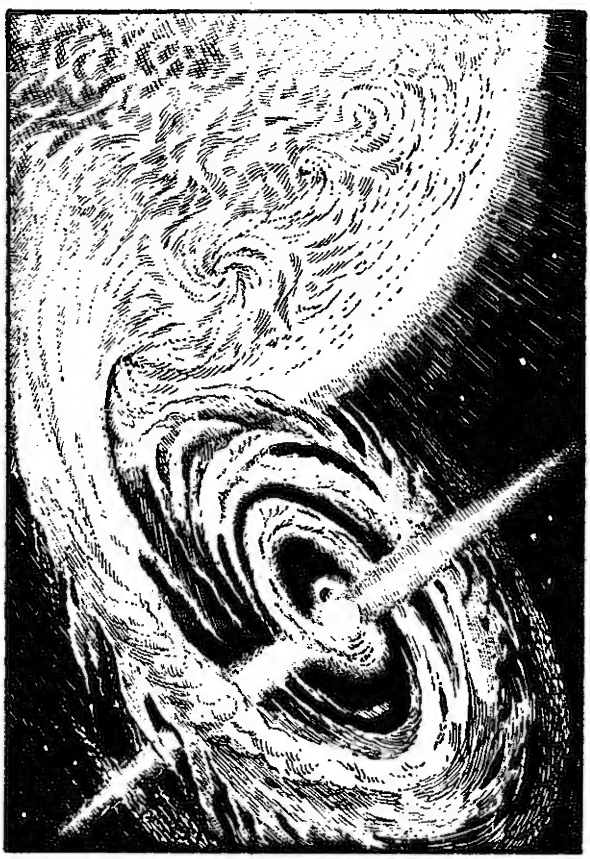
Согласно гипотезе **Джеймса Джинса** (Англия, 1917 год), какая-то звезда прошла близко от

Солнца. Сила тяготения выхватила из поверхности Солнца длинные хвосты вещества. При дальнейшем вращении вокруг Солнца из этих хвостов образовались планеты и другие тела.

Наибольшее признание ученых завоевала гипотеза советского математика и полярного исследователя, академика **Отто Юльевича Шмидта**. Огромное холодное газопылевое облако, вращаясь вокруг Солнца, постепенно сплющивалось. Это происходило оттого, что частицы вещества на больших скоростях сталкивались, отчего нагревались и сплавлялись между собой. Более крупные куски притягивали к себе мелкие и становились все крупнее и тяжелее. Облако из камней и пыли превратилось в диск. Из диска образовалось несколько плоских колец вокруг Солнца, похожих на кольца Сатурна.

Постепенно камни и пыль в этих кольцах сгруппировались в планеты. Падающие на них крупные камни приводили планеты во вращение. В недрах планет вещество оказывалось под огромным давлением и нагревалось до высоких температур. Внутренние процессы шли с выделением газов и паров. Так возникала атмосфера планет. Планеты с малой гравитацией утратили атмосферу. Планеты, имеющие плотную атмосферу, были лучше защищены от падения метеоритов. Со временем бомбардировка планет уменьшалась, поверхность планет охлаждалась.

В МИРЕ ЗВЕЗД И ГАЛАКТИК



ЗВЕЗДНЫЙ КУПОЛ ЗЕМЛИ

Небесный свод, горящий славой звездной,
Таинственно глядит из глубины,
И мы плывем, пылающею бездной
Со всех сторон окружены.

Ф. И. Тютчев

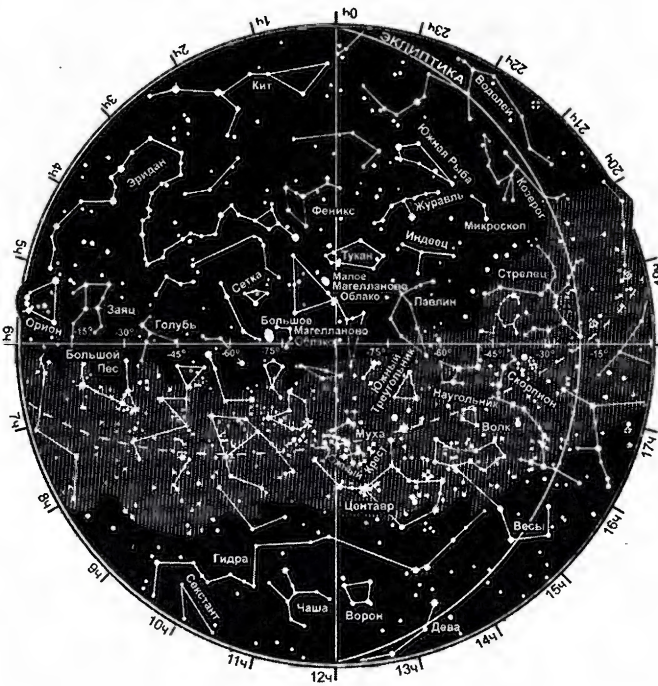
Говорят, что есть всего три зрелища, на которые человек не устает смотреть: течение воды, огонь костра и звездное небо.

Если смотреть на небо внимательно, взгляд наш непременно выделит из общей картины отдельные группы звезд — созвездия. Потом мы отмечаем, что все звезды разные по яркости, а некоторые отличаются цветом. То, что звезды бывают разные, видно и невооруженным глазом. Среди мерцающих звезд мы видим яркие и бледные, большие и малые, белые и красные, желтые и оранжевые. Многие яркие звезды, подобно планетам, получили от землян собственные имена — Арктур, Бетельгейзе, Вега, Сириус... Звездные имена давались жрецами-звездочетами в глубокой древности, и смысл некоторых названий сейчас непонятен. В большинстве же своем названия звезд и созвездий имеют греческое, римское, арабское происхождение. Означают они имена древних царей и героев, названия мифических и реальных существ, различных предметов. Каждый знает названия созвездий: Большая и Малая Медведица, Кассиопея, Орион, Телец... Многим знакомы звездные имена Альтаир, Капелла,

Карта звездного неба Северного полушария

Альдебаран, Денеб, Антарес, Фомальгаут, Ригель... Астрономы именуют звезды по названиям созвездий, наделяя каждую буквой греческого алфавита. Чем ярче звезда, тем ближе буква к началу алфавита. Например, Сириус — это Альфа Большого Пса, Вега — Альфа Лиры, Поллукс — Бэта Близнецов, Беллатрикс — Гамма Ориона, Везен — Дельта Большого Пса. Известная всем Полярная звезда имеет «официальное» название Альфа Малой Медведицы.

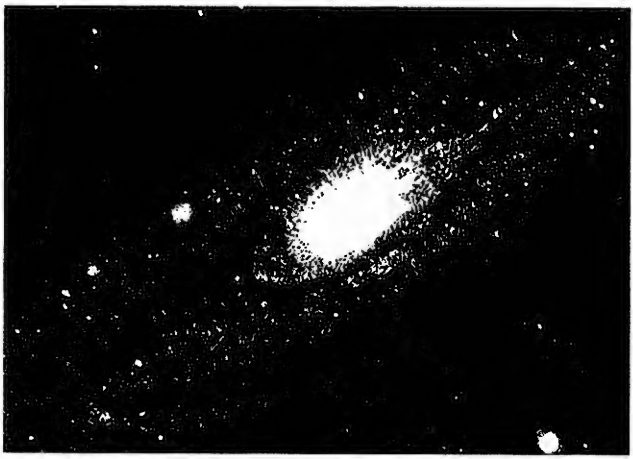
Привлекает внимание звездно-туманная полоса через все небо — **Млечный Путь.** Так



Карта звездного неба Южного полушария

его назвали древние греки. Они говорили, что это молоко, пролитое женой Зевса Герой — богиней материнства, семьи и домашнего очага. В китайских легендах эта звездная полоса называется Небесной Рекой.

Наши предки давно заметили в глубокой синеве пространства, кроме звезд, планет и комет, еще и какие-то туманные пятна. Их так и назвали — **туманностями**. Дали им имена: **Магеллановы Облака** (Большое и Малое), **Туманность Андромеды**... Это — галактики, невообразимо далекие скопления звезд, подоб-



Галактика Туманность Андромеды

ные **Млечному Пути.** Да, Млечный Путь — это видимая часть **Галактики.** Нашей Галактики, потому мы и пишем ее с большой буквы. Солнце с семейством планет занимает в ней место на обочине. Мы видим нашу «молочную реку» со стороны, потому что находимся ближе к ее «кисельному берегу». Под «киселем» подразумевается вещество в виде межзвездного газа и пыли, заполняющее космос.

Галактика Млечный Путь

Есть во Вселенной и **двойные звезды**, и **«черные дыры»**, есть **пульсары** и **квазары**, и время от времени вспыхивают **сверхновые**. И до всего этого есть дело астрономии.

«ДАЛЕКО, КАК ДО ЗВЕЗД»

Для измерения расстояний от Земли до Луны, планет и других объектов Солнечной системы астрономия пользуется **астрономической единицей (а.е.)**, то есть величиной, равной 150 млн км. Это — расстояние от Земли до Солнца, величина громадная. Но в мире звезд и галактик расстояния настолько колоссальные, что для их измерения пришлось выбрать другую меру длины — **световой год**. Световой год — это расстояние, которое луч света проходит за один земной год. А величина в **1 парсек** равна расстоянию в 3,26 световых года.

Величину светового года нетрудно определить. Скорость света равна 300 000 км/с. Надо подсчитать, сколько секунд в году, и умножить на 300 000. Получится более 200 тысяч астрономических единиц. Если расстояние от Луны до Земли свет проходит за 1,3 секунды, а от Солнца — за 8 минут, то от ближайших звезд Альфа Центавра и Проксима он добирается до нас 4 года с небольшим. Вот что такое световой год и космические расстояния!

Туманности отстоят от нас еще дальше. Магеллановы облака расположились вроде бы

по соседству с нашей Галактикой, но до этих соседей световой луч бежит 150 тысяч лет. До Туманности Андромеды, куда направлялись звездолеты из одноименного фантастического бестселлера 1950-х годов, свет идет полтора миллиона лет. Но и это не предел. По крайней мере, астрономам известны объекты во Вселенной (звезды и галактики), отстоящие от нас на миллиарды световых лет.

Но если свет от Солнца идет к нам 8 минут, это значит, что мы видим Солнце таким, как оно выглядело 8 минут назад. Соответственно звезду Альфа Центавра мы видим не сегодняшнюю, а четырехлетней давности. И вообще вся звездная картина неба изображает не то, что есть, а лишь то, что было — десять, сто, тысячу, миллионы, миллиарды лет назад. Небо над нами — это небо прошлого, более или менее далекого. Можно сказать, что, пытаясь разобрать небесные письмена, мы читаем лишь «преданья старины глубокой». И только мир Солнечной системы видится нам современным.

Расстояния до самых ярких звезд (в световых годах)

Звезда	Расстояние
Альфа Центавра	4,3
Сириус	8,7
Вега	26,5
Арктур	36
Антарес	171
Бетельгейзе	652
Денеб	815
Полярная	1087

СОРЕВНОВАНИЕ ЯРКИХ И ГОРЯЧИХ

В астрономии принято различать звезды по числу **звездной величины**. Это значит, что все звезды, имеющие одинаковую видимую яркость, относятся к одной и той же звездной величине. Все видимые звезды со времен **Гиппарха** распределяются по шести звездным величинам. Самые яркие звезды имеют первый номер. Вторая величина присваивается тем звездам, яркость которых слабее в два с половиной раза. И так далее — каждая последующая звездная величина в 2,5 раза слабее предыдущей. Звезды шестой величины еле-еле различимы невооруженным глазом. Всего же без помощи оптики вы можете насчитать на небе до 3 тысяч звезд. В полевой бинокль можно видеть звезды до 9-й величины, а в сильные телескопы — до 18-й.

Конечно, не так просто на глаз оценить звездную величину. Особенно если надо еще поделить ее на 2,5. Вот здесь-то и приходит на помощь **электрофотометр**, который и степень яркости «выдаст» с высокой точностью, так что можно и на 2,5 поделить, и еще на 2,5, и так далее... А **микрофотометр** позволяет определять звездные величины таких объектов, которые вообще не видны без сильнейшего телескопа.

Более внимательное исследование показало, что и среди звезд первой величины есть соревнование по яркости. Поэтому чемпионам яр-

кости стали присваивать номера в виде дробей, а сверхчемпионам — еще и со знаком минус. Вот, например, ряд самых ярких звезд: Сириус (– 1,46), Арктур (– 0,05), Ригель (0,13), Бетельгейзе (0,42), Спика (0,97), Поллукс (1,14)... Солнце по этой шкале считается звездой, видимая звездная величина которой равна — 26,74.

Номер звездной величины говорит только о видимой яркости звезды и никак не связан с ее истинными размерами. Звездная величина характеризует только световой поток, доходящий от звезды до наблюдателя. Огонек свечи на столе кажется ярче далекого электрического светильника. Солнце для нас — предел яркости. Но если смотреть на Солнце с ближайшей к нам звезды, пришлось бы еще поискать его с помощью телескопа.

Есть и другие характеристики яркости звезд. **Светимость звезды** — это ее истинная сила света по сравнению с силой света Солнца. То есть светимость Солнца принимается за единицу. Например, о Полярной звезде можно сказать, что она «светит в 4570 Солнц». Невидимая на северном небе звезда S Золотой Рыбы «пылает в 500 000 Солнц», хотя без хорошего бинокля ее на южном небе не разглядеть.

Еще одна характеристика яркости звезды — **абсолютная звездная величина**. Это та видимая звездная величина, которую имела бы звезда, находясь от нас на расстоянии в 3 тысячи триллионов километров (10 парсек или 32,6 световых года).

Двадцать самых ярких звезд и Солнце

№ п/п	Звезда	Видимая звездная величина	Светимость «в Солнцах»	Расстояние до звезды *(парсек)*
1	Сириус	–1,46	23	2,67
2	Канопус	–0,75	6500	55,56
3	Арктур	–0,05	102	11,11
4	Вега	0,03	54	8,1
5	Толиман	0,06	1,6	1,33
6	Капелла	0,08	150	13,7
7	Ригель	0,13	53700	333,3
8	Процион	0,37	7,8	3,47
9	Бетельгейзе	0,42	21300	200
10	Альтаир	0,76	10,2	5,05
11	Альдебаран	0,86	162	20,8
12	Антарес	0,91	6500	52,6
13	Спика	0,97	1950	47,6
14	Поллукс	1,14	34	13,9
15	Фомальгаут	1,16	14,8	6,9
16	Денеб	1,25	70000	250
17	Регул	1,35	148	25,6
18	Кастор	1,58	41	13,9
19	Беллатрикс	1,63	1780	38,5
20	Полярная	2	5600	333,3
21	Солнце	–26,74	1	—

А по цвету звезды делятся на **голубые, белые, желтые, оранжевые** и **красные**. Известны даже **красно-коричневые** и **коричневые**.

Читая о сверхгигантах, гигантах, карликах, отличающихся по размерам и плотности, цвету и температуре, можно прийти к мысли,

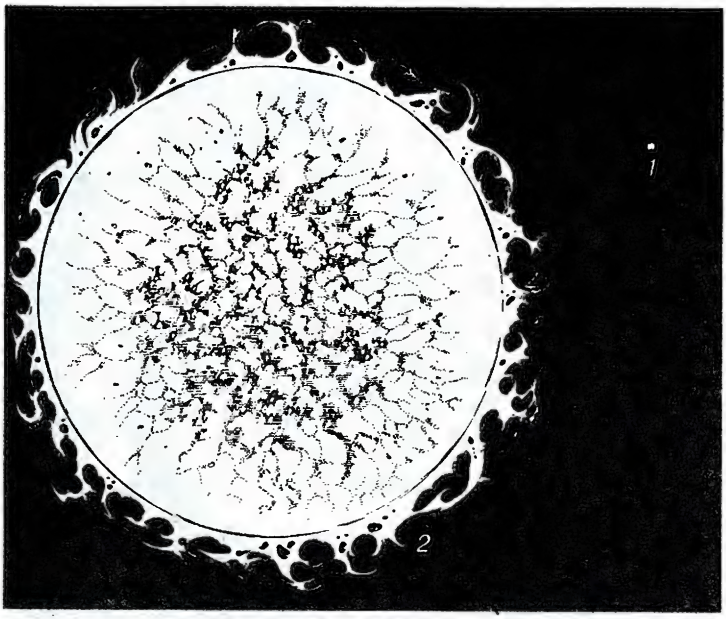
что такие сильные различия между звездами наверняка зависят от состава звездной материи. Однако звезды, при всем видимом разнообразии, по составу редкостно однообразны. Основные вещества в них — водород и гелий, а все остальное — в незначительных количествах.

Но как тогда объяснить, почему они так по-разному выглядят? Оказывается, все дело в температуре. Кому приходилось держать в пламени газовой горелки или паяльной лампы, например, гвоздь, тот знает, что сначала металл коричневеет, потом раскаляется докрасна, а затем становится оранжевым, желтым, белым... Голубого цвета каления в гараже или на кухне не получить, потому что для этого нужна очень высокая температура.

Этим звезды похожи на раскаленные железки — их цвета зависят от температуры звездной атмосферы. У голубых звезд эта температура равна 25—30 тысяч градусов, у голубовато-белых — 15—25 тысяч, белых (как Сириус) — 11 тысяч, желтовато-белых — 7500, желтых (как наше Солнце) — 6000, оранжевых — 5000, а у красных — всего 2—3 тысячи градусов. Коричневые звезды еще холоднее.

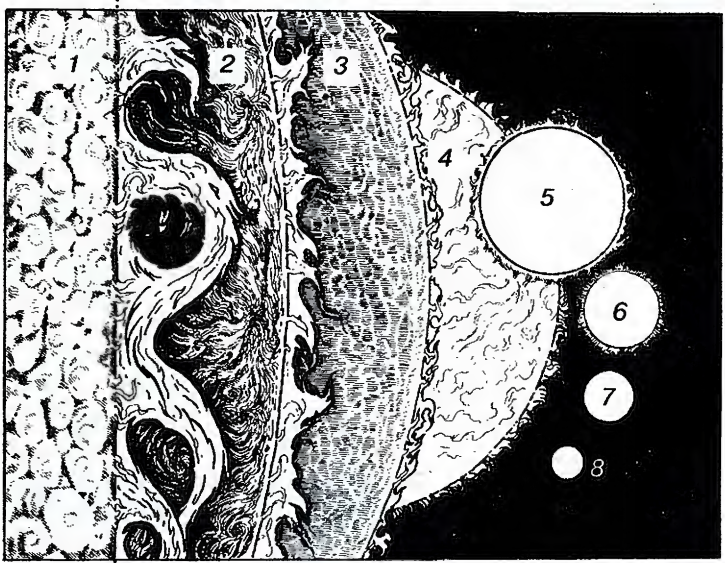
МАЛ ЗОЛОТНИК, ДА ДОРОГ...

Звезды разделяются и по геометрическим размерам. Среди них есть сверхгиганты, гиганты, есть и карлики. Удобнее всего сравни-



Бетельгейзе (1) и Солнце (2)

вать их с нашим Солнцем. Вот несколько примеров. **Сверхгигант Бетельгейзе** (из созвездия Ориона) по диаметру в 300 раз больше Солнца. Гиганты тоже достаточно велики. Так, диаметр звезды **Альдебаран** в 60 раз больше солнечного, диаметр **Арктура** — в 30, **Капеллы** — в 12 раз. Самая большая группа — звезды, имеющие размеры, близкие к солнечным. **Вега** больше Солнца в 2,4 раза, **Сириус А** — в 1,8, **Альтаир** — в полтора раза, **61-я Лебедя А** — меньше Солнца в 1,3 раза, а диаметр звезды **Крюгера 60 А** равен всего $^1/_3$ солнечного. Совсем малы белые карлики — например, **Вольф 1346** по диаметру в 50 раз меньше Солнца, а

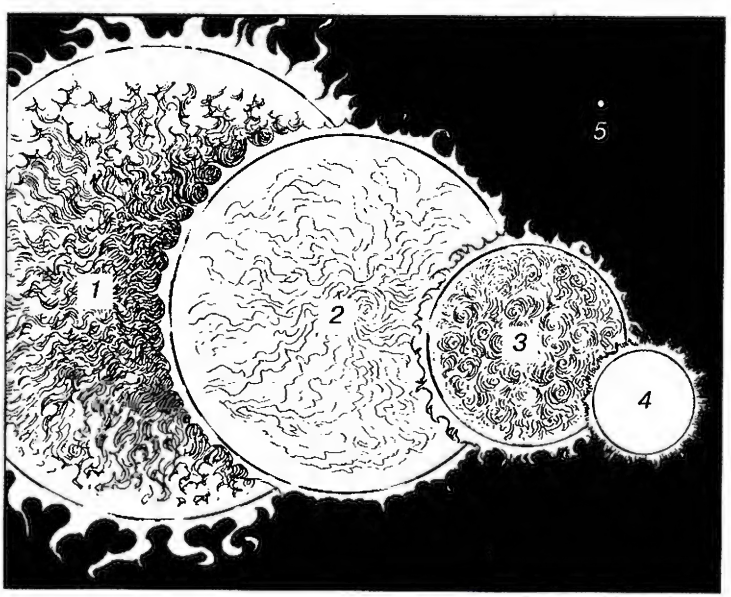


Звезды-гиганты и карлики:
1 — Бетельгейзе, 2 — Альдебаран, 3 — Арктур, 4 — Капелла, 5 — Вега, 6 — Сириус А, 7 — Альтаир, 8 — Солнце

Сириус В — в 300 раз. Это значит, что Сириус В почти в 3 раза меньше нашей маленькой Земли! Действительно, карлик...

Но как известно, «мал золотник, да дорог, большая фигура, да дура...» Народная мудрость грубовата, но хорошо отражает научную истину, которая говорит: «Все в мире относительно!» Геометрический размер звезды может быть очень впечатляющим, но стоит нам узнать, какова масса этой «большой фигуры»,

и может оказаться, что даже среди карликов бывают «золотники» гораздо массивнее. Все дело в плотности звезды. Например, красный сверхгигант Бетельгейзе из созвездия Ориона трудно даже сравнивать с Солнцем по размеру. Если сделать надувную модель Солнца величиной с футбольный мяч, то для моделирования Бетельгейзе пришлось бы раздувать резиновый шар до диаметра в 60 метров — это высота 20-этажного дома! Потому что Бетельгейзе больше Солнца по диаметру в 300 раз, а по объему — в 27 000 000 раз. Но масса этого красного гиганта всего в 15 раз больше солнеч-



Звезды-карлики:
1 — Солнце, 2 — 61-я Лебедя А, 3 — Крюгера 60 А, 4 — Вольф 1346, 5 — Сириус В

ной. Это значит, что вещество Бетельгейзе в 1,5 миллиона раз легче воды и в 1500 раз легче воздуха.

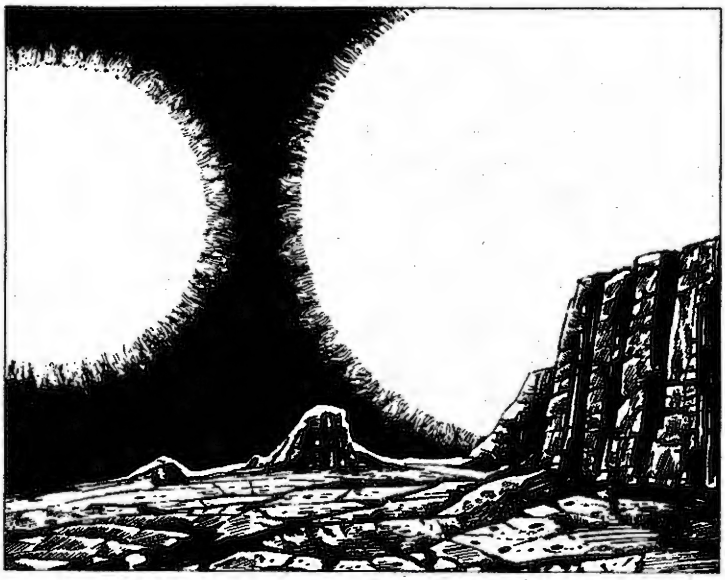
И вообще, каким бы ни была звезда гигантом или сверхгигантом, масса ее не может превысить солнечную более чем в 40 раз. Сорок Солнц — предельная масса для звезд-гигантов!

Пример противоположный — звезда Сириус В, спутник хорошо известного Сириуса А. У этой звезды 7-я видимая звездная величина. Это белый карлик, по диаметру в 36 раз меньше Солнца и всего в три раза больше Земли. Но зато плотность его вещества в 30 000 раз больше плотности воды! По массе Сириус В одного порядка с Солнцем. Вещество такой плотности трудно с чем-нибудь сравнить. Чтобы представить себе, что это такое, попробуем сделать (мысленно, конечно) из этого вещества двухпудовую гирю. Поднимать ее было бы очень удобно: зажал в ладони — и пошел мышцы накачивать! Потому что эта гиря при массе в 32 кг была бы величиной с обыкновенный наперсток.

Вот такие в космосе гиганты и карлики...

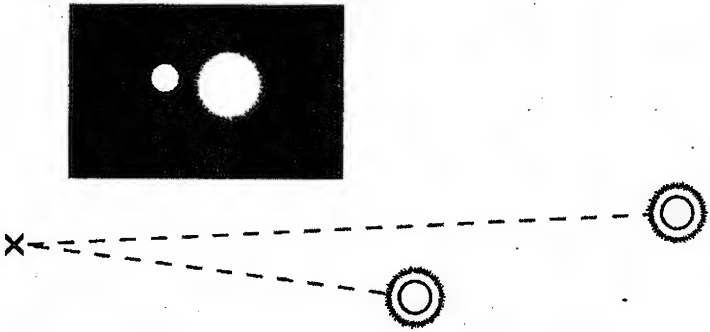
ВСЕЛЕНСКИЕ «ДВОЙНЯШКИ»

Когда астрономы начали наблюдать за звездами в телескопы, то обратили внимание на то, что некоторые звезды двоились в глазах. Дело в том, что во вселенском «хозяйстве» действительно есть такие вот сложные косми-

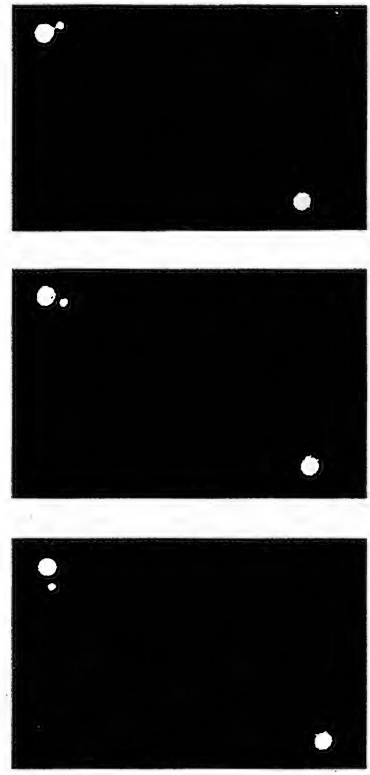


Двойные звезды

ческие объекты — двойные звезды. И даже тройные, четверные, пятерные... Короче говоря, **кратные!** Когда численность звездного семейства превышает 10, его называют звездным скоплением.



Оптические двойные звезды



Три фотографии двойной звезды Крюгера 60 с промежутками в несколько лет, заметно перемещение одного объекта относительно другого

Но не все двойные звезды и в самом деле двойные. Есть так называемые **оптические двойные звезды.** Двойными они кажутся только потому, что в телескоп они видны очень близко одна к другой, так как близки их угловые координаты, но физически никак не связаны. В отличие от них настоящие, или **физически двойные звезды,** взаимно близко расположены и вращаются вокруг общего центра.

Двойные и кратные звезды давно и пристально исследуются учеными. Только Вильям Гершель, знаменитый открытием Урана, и его сын **Джеймс Гершель** выявили и изучили более 4 тысяч двойных звезд. Почти 9 тысяч двойных звезд исследовал основатель **Пулковской обсерватории Василий Яковлевич Струве.**

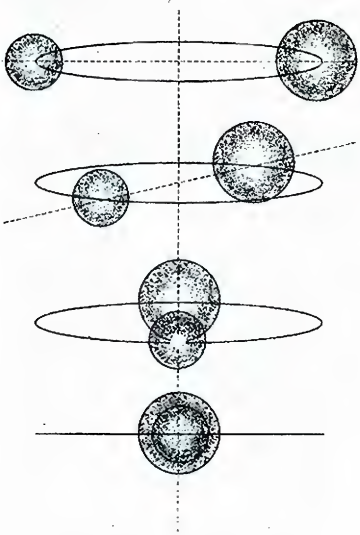
Как выяснилось, таких звездных семей и компаний очень много. Некоторые ученые предполагают, что и наше Солнце имеет, кроме планет, звездного спутника. Ему даже заранее придумали имя — **Немезида**. Только пока не обнаружили...

Для астрономии исследование двойных звезд очень важно. Именно взаимное движение этих звездных пар подтвердило, что закон всемирного тяготения справедлив для всех космических тел. Кроме того, благодаря их изучению стало возможным определять массы звезд. Оказывается, третий закон Кеплера, который связывает массы двух тел, их периоды обращения и размеры орбиты, действует и в мире звезд. Простые вычисления позволяют получить значения звездных масс с незначительной погрешностью.

ИКСЫ И ИГРЕКИ ВСЕЛЕННОЙ

Этими латинскими буквами в математике обозначаются неизвестные и переменные величины. Есть и звезды, которые ведут себя переменчиво — то ярко светятся, а то вдруг темнеют — и делают это систематически.

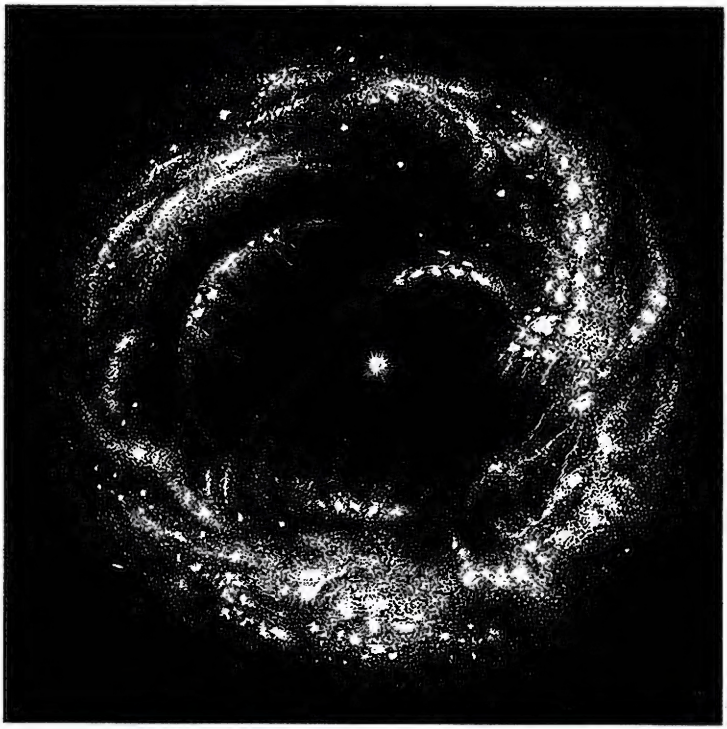
В чем причины такого поведения звезд? Первая категория переменных звезд — это **дьявольские** звезды. Никакого сатанизма и вообще мистики здесь нет. Все дело в названии звезды, которая периодически меняет свою



Модель поведения двойной звезды Алголь

видимую звездную величину с 2-й на 4-ю и обратно. Открыли эту звезду арабские астрономы. Удивленные странным поведением звезды (что это за лукавое подмигивание на небесах!), правоверные мусульмане назвали ее «дьяволом» (по-арабски — Эль-Гуль). Много позже европейские астрономы переделали Эль-Гуль в Алголь (Бэта Персея). А еще позже был раскрыт и механизм «подмигивания». Оказалось, что Алголь — двойная звезда. Из двух звезд, составляющих пару, одна более яркая, чем другая. Обращаясь вокруг яркой звезды, менее яркая подруга периодически, через каждые 9 с половиной часов, заслоняет ее собой. Всего переменных звезд открыто более 30 тысяч. Сейчас они все называются **алголями**, или **затменно-двойными** звездами.

Другая категория переменных звезд меняет яркость оттого, что периодически сжимается и расширяется. В частности, так ведет себя **Дельта** в созвездии **Цефея**. Такие объекты носят название «цефеиды».

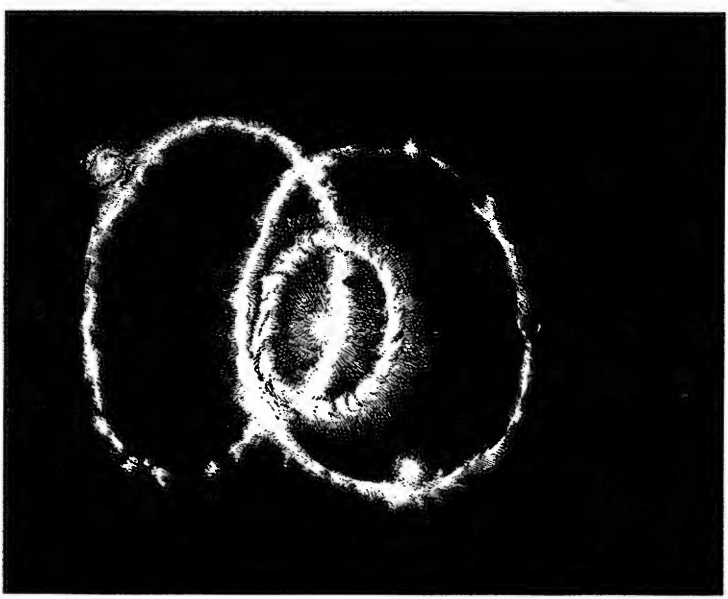


Взрыв новой звезды

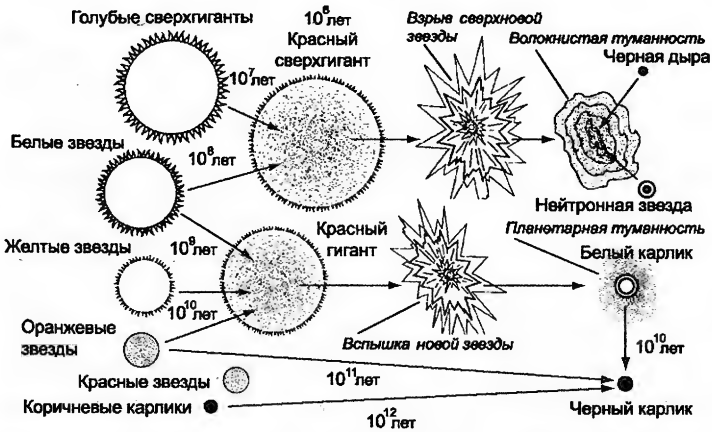
Третий тип переменных звезд — взрывающиеся. Да, существует такая звезда, светит понемногу, а потом вдруг начинает разгораться все ярче и — рраз! — взрывается... Но потом яркая вспышка понемногу тускнеет, и со временем звезда приходит в прежнее состояние, чтобы... через некоторое время снова взорваться. Эти звезды называются **новыми**. Они, как правило, очень горячие и взрываются из-за неустойчивости внешней газовой оболочки. Новая звезда при вспышке не разрушается, а

только выбрасывает излишнее вещество во Вселенную. В Галактике таких взрывчатых около двухсот.

Но бывают (гораздо чаще вспышек новых звезд) такие грандиозные звездные взрывы, что яркость объекта возрастает в сотни миллионов раз. При таком взрыве звезда разрушается. На ее месте образуется туманность. Такое явление называется **вспышкой сверхновой**. Редчайшие и ярчайшие зрелища! Их наблюдали древние астрономы в 1054 г. (в созвездии Тельца), Тихо Браге — в 1512 г. (в созвездии Кассиопеи), современные ученые — в 1987 г. (в созвездии Лебедя). Вполне возможно, что наблюдаемые ны-



Сверхновая в Большом Магеллановом Облаке через четыре года после вспышки (1987)



Эволюция звезд

не газовые туманности в нескольких местах нашей Галактики — тоже остатки разрушенных взрывом сверхновых звезд.

ГИГАНТСКИЕ АТОМЫ И «КАК БЫ ЗВЕЗДЫ»

Как известно, все небесные тела испускают в пространство самые разные излучения. Световые волны мы воспринимаем непосредственно своим зрением — проще говоря, видим их источник. Но есть излучения, которых человеческий глаз не воспринимает. Это — волны невидимых частей спектра: инфракрасные и ультрафиолетовые. Кроме них, известны еще **радиоволны, рентгеновские и космические лучи**... Все эти невидимые излучения улавливают различные электронные приборы.

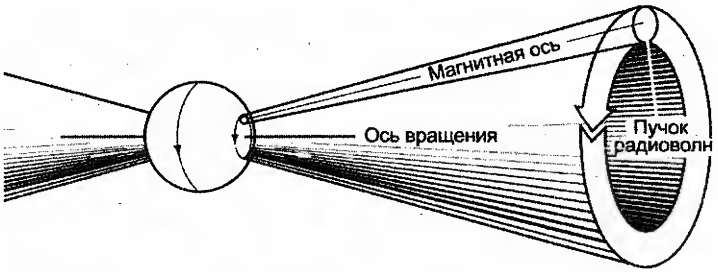


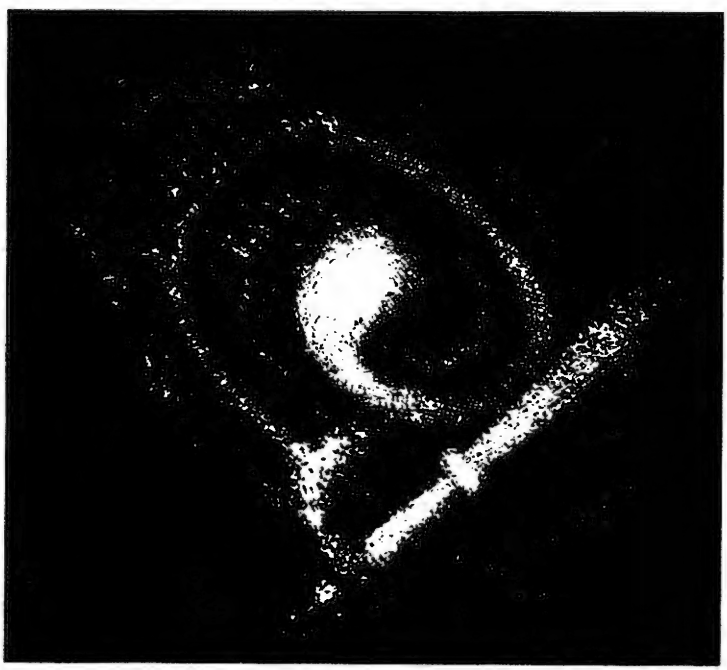
Схема пульсара

Радиосигналы от космических тел известны давно. Однако у них настолько мала мощность, что их принимают даже не все радиотелескопы. Но вот в 1967 году английские астрономы приняли космические радиосигналы невиданной мощности. Они поступали из созвездия Лисички один за другим с такой четкой периодичностью, что у исследователей возникла мысль: а что, если это сигналы таинственной внеземной цивилизации? Может, какая-нибудь Аэлита из дальней галактики взывает: «Где ты, где ты, Сын Неба?»

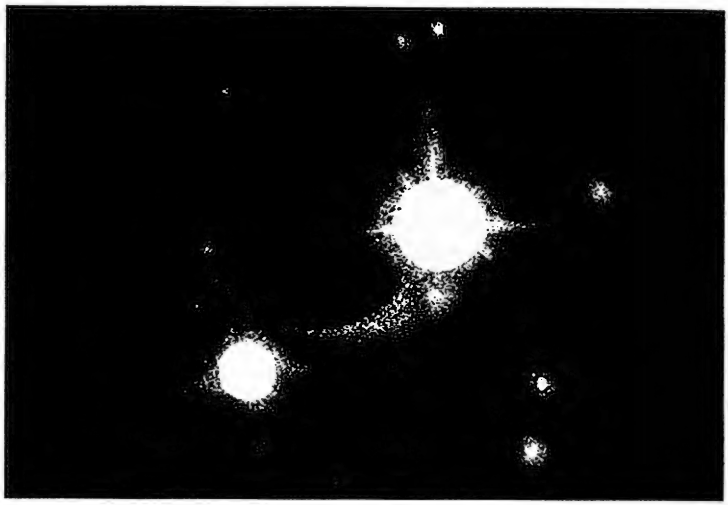
Позже было выявлено около 500 подобных космических источников радиоволн. Их назвали **пульсарами.** Пульсары оказались неизвестными ранее **нейтронными** звездами. Это значит, что вещество такой звезды упаковано так плотно, будто вся звезда — это атомное ядро. Поэтому размеры пульсара очень малы — его диаметр всего 20 километров. Этого мало для звезды, но более чем достаточно для атома. Потому что некоторые астрофизики называют пульсары гигантскими атомами. Масса этого

«атома» соизмерима с массой Солнца. Один кубический сантиметр вещества пульсара имеет массу в миллиарды тонн! Нейтронная звезда очень быстро вращается вокруг своей оси, и частота ее радиосигналов равна угловой скорости вращения. У некоторых пульсаров наблюдается и пульсация мощности излучения. Природа нейтронных звезд до сих пор не изучена.

Есть предположение, что нейтронные звезды образуются из обычных звезд. Когда ядерное горючее — водород — выгорает, звезда начинает сжиматься. Чем теснее становится частицам, тем сильнее действует гравитация. Процесс



Пульсар



Квазар НЕ 1013–2136

сжатия ускоряется, гравитация возрастает настолько, что ее силе не может противостоять внутреннее сопротивление ядерных осколков — она просто вдавливает электроны в атомные ядра. Образующиеся при этом нейтроны и составляют основную массу такой звезды.

Еще одна загадочная разновидность радиоисточников — **квазары.** Это самые далекие космические объекты, отстоящие от нас на расстояния более 10 миллиардов световых лет. Квазарами их назвали от латинского *квази — якобы, как бы.* Слово «квазары» означает «как бы звезды», хотя неизвестно, что они представляют собой в действительности. Ясно только, что они невелики по размерам, но излучают энергию огромной мощности, причем не только радиоволны, но и весь спектр. Осо-

бенно мощное излучение в тепловой (инфракрасной) области спектра. Один квазар выделяет энергии в тысячи раз больше, чем вся наша Галактика. Возможно, квазары — это ядра сверхдалеких галактик.

КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ

Лучами был пронизан небосвод,
Божественно-холодными лучами...
Н. С. Гумилев

Астрономы и физики уже хорошо поняли, что космическое пространство, даже не занятое звездами и планетами, все равно не пустота. Не важно, что плотность межзвездной среды — всего 1 частица на 1 кубический метр. Что это за частицы? Атомы и молекулы межзвездного газа, космическая пыль... А еще пространство Вселенной пронизано **космическими лучами.**

Космические лучи возникают при вспышках **сверхновых звезд.** Кроме того, их излучают пульсары. Основная часть космических лучей приходит на Землю из нашей Галактики. Есть также космические лучи, приходящие от Солнца. Излучения самых больших энергий поступают из Метагалактики. Космическое излучение — это микроскопические частицы атомов (протоны, электроны, ядра гелия и другие), которые носятся в космосе на огромных скоростях, близких к скорости света.

Магнитное поле Галактики удерживает космические лучи от рассеяния во Вселенной. Но, двигаясь с огромными скоростями вдоль магнитных силовых линий, частицы космических лучей могут выходить из диска Галактики. Они образуют обширную сферу — невидимую корону Галактики. Врезаясь в атмосферу Земли, космические частицы попадают в плотную среду атомов и молекул и неизбежно сталкиваются с ними. В результате столкновений возникают новые частицы, разлетающиеся на больших скоростях. Эти частицы создают в атмосфере электрические заряды. Чувствительные приборы регистрируют космические лучи в атмосфере и далеко за ее пределами.

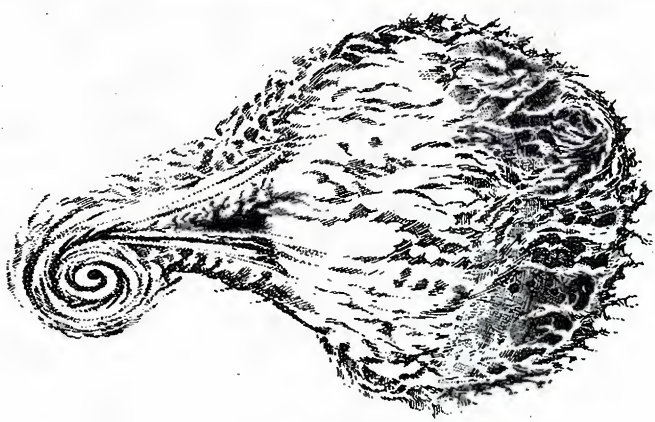
Природа космических лучей изучена пока недостаточно. Для исследования микроскопических частиц, прилетающих к нам из космоса, используются специальные фотопластинки. Эмульсия на них наносится толстым слоем. В этих слоях космические лучи оставляют видимые следы — треки. Как бывалый таежник может по следам зверя определить его возраст и физическое состояние, так же физик изучает характер трека. По нему он определяет, с какой энергией и скоростью частица прибыла на Землю, каковы ее масса и заряд.

Для исследований космических лучей запускаются специальные космические аппараты. Особенно интересны исследования грунта Луны и метеоритов, на которых сохранились следы длительного воздействия космических лучей.

Эти следы есть и на Земле — во льдах Арктики и Антарктики, в камнях и горных породах, в древних изделиях из кварца и стекла.

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ ВСЕЛЕННОЙ

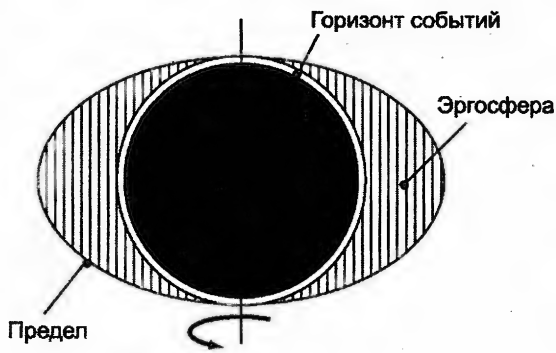
Даже тот, кто никогда не интересовался загадками планет и звезд, наверняка слышал о «черных дырах Вселенной». Потому что об этих космических объектах ходит много слухов, чаще всего не имеющих никакого отношения к действительности. А виновато в этом слово «дыра», потому что многие люди понимают его в буквальном смысле. Как будто это в самом деле какое-то отверстие, некая пустота, куда проваливаются звезды, планеты и галактики. Хотя объекты, носящие такое название, совсем не похожи на отверстия и тем более на пустоты. Совсем наоборот.



Черная дыра

Так называемые «черные дыры» — объекты гипотетические, чье существование только предполагается. Хотя некоторые наблюдения подтверждают их реальность. Чтобы понять природу «черных дыр», надо проследить развитие звезды. Как известно, в недрах звезды работает термоядерная «топка». По мере выгорания термоядерного «топлива» происходит старение звезды. Жизненный путь звезды завершается по-разному. Звезды, остывая, становятся красными гигантами. Иногда красный гигант становится белым карликом. Некоторые звезды под действием сил гравитации сжимаются до такого состояния, что достигают плотности атомного ядра. В результате появляется нейтронная звезда. Согласно **теории относительности Альберта Эйнштейна**, при определенных условиях звезда (и даже целая галактика) может превратиться в невидимый объект — «черную дыру».

Что же это за условия? По закону всемирного тяготения все тела и частицы во Вселенной испытывают взаимное притяжение. Силы тяготения особенно велики, когда притягиваются части внутри одного тела. Плотность космических тел может возрастать до огромных величин. Например, плотность «белого карлика» почти в миллион раз выше плотности Солнца. Плотность нейтронной звезды выше уже в 10 триллионов раз. Это трудно вообразить, но такая плотность вещества возможна. Однако и это еще не все. Когда массивное кос-



Черная дыра

мическое тело достигает плотности, выражаемой числом с 96 нулями, оно становится **черной дырой.**

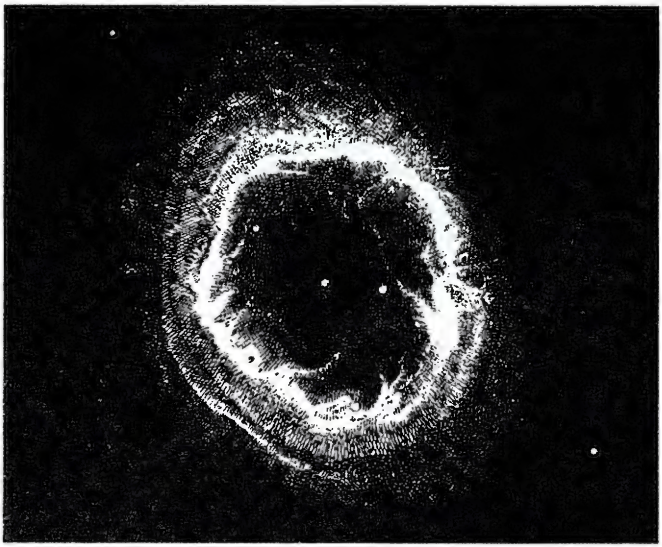
Это значит, что при такой плотности космического тела сила гравитации притягивает к нему абсолютно все, что попадает в сферу притяжения. Даже свет от такой звезды не распространяется, потому что и фотоны (частицы света) притягиваются. А поскольку свет не излучается, звезда становится невидимой. Отсюда и название «черная дыра».

СКОЛЬКО ЗВЕЗД ВО ВСЕЛЕННОЙ?

Открылась бездна, звезд полна.
Звездам числа нет, бездне — дна.

М. В. Ломоносов

Наша Галактика имеет сложную форму. Больше всего она похожа на двояковыпуклую линзу, или увеличительное стекло. Диаметр



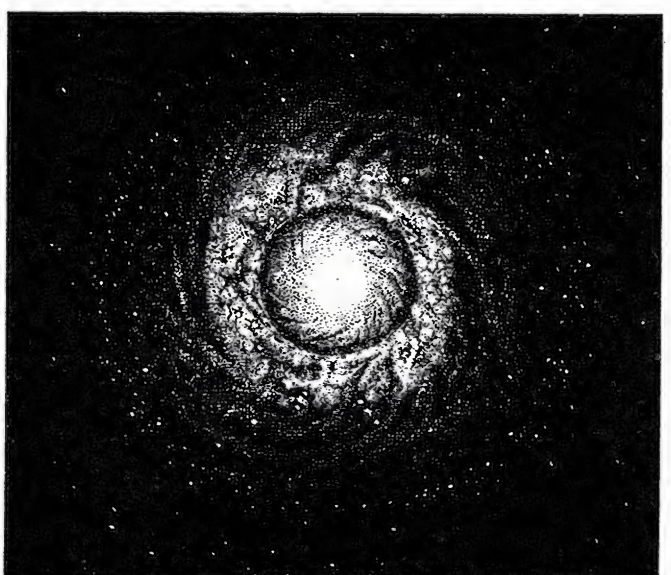
Кольцевая туманность M57
в северном созвездии Лиры

этой космической линзы — 100 тысяч световых лет. Толщина ее — 12 тысяч световых лет. В центре Галактики — сферическая область, где звезд особенно много и они располагаются близко одна от другой. Расстояние от центра Галактики до Солнца — 33 тысячи световых лет. Галактика вращается вокруг своего центра, и Солнце, участвуя в этом движении, летит со скоростью 250 км/с, чтобы сделать полный оборот за 200 миллионов лет. Всего в Галактике около 120 миллиардов звезд. Общая масса Галактики в 250 миллиардов раз больше массы Солнца.

Теперь рассмотрим галактики, ближайшие к нашей. Вот Большое и Малое Магеллановы Облака: их масса равна 30 миллиардам

солнечных масс. Масса Туманности Андромеды 360 миллиардов солнечных масс. Галактик, подобных нашей, во Вселенной великое множество. Как показали наблюдения с помощью космического телескопа **«Хаббл»**, современной астрономии доступно наблюдение сотен миллионов галактик.

А теперь попробуем сосчитать, сколько звезд во всей видимой Вселенной. Точнее будет сказать, в **Метагалактике** — той области Вселенной, которая доступна современным астрономическим методам исследований. Если принять, что среднее число звезд в одной условной галактике хотя бы 50 миллиардов, надо умножить эту величину на несколько мил-



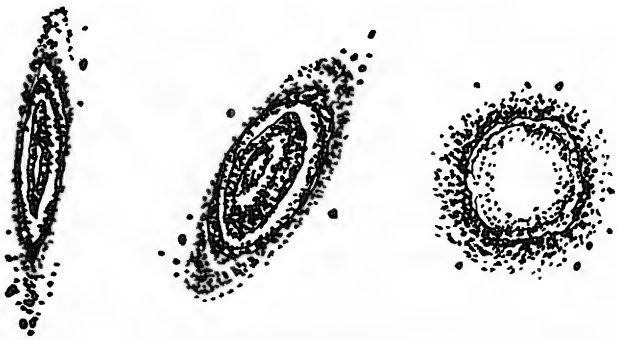
Галактика NGC 7742

лиардов. Более точных данных нет. Но и без них можно понять, что получится число с более чем 20 нулями. И это не будет полный ответ. Во-первых, речь шла только о Метагалактике. Во-вторых, число звезд не может быть постоянным. Ведь звезды рождаются и гаснут, а некоторые вообще ведут себя как призраки: сначала появляются, потом исчезают, а там, глядишь, снова сияют как ни в чем не бывало. Так что, пожалуй, прав был Михайло Васильевич: «звездам числа нет».

ТУМАННЫЙ МИР ГАЛАКТИК

В конце XVIII века французский академик **Шарль Мессье** опубликовал список из 103 **галактических туманностей**. В их числе были, конечно, и красивейшие из космических объектов — спиралевидные галактики. Вообще люди, имеющие только самые общие сведения по астрономии, представляют себе все галактики именно такими — спиральными. На самом деле мир галактик более разнообразен.

В 1920-х годах в обсерватории **Маунт-Вильсон** (Калифорния, США) был установлен телескоп с диаметром зеркала 2,5 метра. Работал на нем знаменитый астроном **Эдвин Хаббл**. Именно Хаббл, изучая фотографии отдаленных участков неба, установил, что все размытые пятнышки многочисленных туманностей — это **галактики**, то есть гигантские



Типы галактик

космические системы, состоящие из миллиардов звезд. Хаббл провел и классификацию галактик. Оказывается, $^3/_4$ всех известных галактик имеют спиралевидную форму. Эта форма объясняется тем, что галактики, как и все небесные тела, вращаются вокруг своих осей. Вращение нашей Галактики таково, что Солнце обращается вокруг ее центра со скоростью 250 километров в секунду. Это в 8 раз быстрее, чем движение Земли вокруг Солнца.

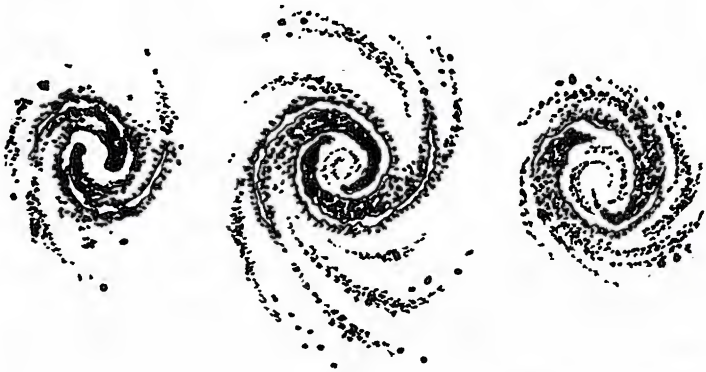
Спиралевидная форма называется еще вихревой, потому что галактики выглядят подобно земным вихрям — например, циклонам в атмосфере Земли. Некоторые ученые считают, что вихревой принцип движения заложен в основу всего мироздания. Кроме спиралевидных, известны также галактики эллиптической, шаровой, кольцевой и линзообразной формы. Остальные звездные системы (их меньшинство) имеют неправильную форму.

Среди галактик, как среди звезд и планет, известны свои гиганты и карлики. Малые га-

лактики могут быть спутниками больших. В мире галактик тоже свое разделение по классам светимости и массам. Яркие **сверхгиганты** имеют массу в 10 триллионов Солнц, **нормальные сверхгиганты** — в один триллион, **яркие гиганты** — в сто миллиардов солнечных масс. **Нормальные гиганты** по массе равны 10 миллиардам Солнц, **яркие карлики** — миллиарду, **нормальные карлики** — 100 миллионам, **слабые карлики** — 10 миллионам и, наконец, **галактики-пигмеи** имеют массу «всего» в один миллион солнечных масс.

Но кроме разнообразных отдельных галактик во Вселенной обнаруживаются также группы галактик и целые **галактические скопления**, имеющие свою структуру. Например, **гипергалактика** (так называется крупная галактическая система) типа М 81, в которую входит и наша Галактика, имеет ярко выраженное ядро из одной или нескольких галактик и обширную корону, состоящую из **скрытой массы** (о ней — в следующем разделе) и карликовых **галактик-спутников**.

Типы галактик



Типы галактик

Наблюдения показывают, что в мире галактик происходят странные явления. Например, галактика может порождать другую, молодую галактику. Есть крупные галактики, которые захватывают другие, меньшие звездные системы. Наблюдаются и другие, более сложные формы взаимодействия галактик.

СКРЫТАЯ МАССА И ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ

Всем известен **закон всемирного тяготения** Ньютона. Но если применить этот закон ко всей обозримой Вселенной для объяснения траекторий движения звезд и галактик, получается, что на Метагалактику приходится только 2 процента вселенской массы. Не хватает 98 процентов массы! И **теория относительности** подтверждает: для выполнения ус-

ловий существования Вселенной не хватает тех же самых 98 процентов массы!

Но Вселенная все-таки существует. Значит, и массы ее для этого вполне достаточно. Только современная наука пока не может ее найти. Поэтому астрофизики называют эти недостающие 98 процентов **«скрытой массой»**. Где же скрывается эта масса? Ведь 98 процентов — это все равно, что 980 граммов из килограмма!

Некоторые ученые предполагают, что скрытая масса находится в межзвездном пространстве, заполненном межзвездным газом и пылью. Кроме этого «наполнителя», пространство содержит огромное количество **«темной мате-**

Темная туманность «Конская голова» в созвездии Ориона

рии». Наблюдаются даже **«темные туманности»**. Одна такая темная туманность **«Конская голова»** известна с давних времен. Эта материя может состоять из неизвестных науке частиц, образовавшихся во время **Большого взрыва**.

Еще в XIX веке **В. Я. Струве** предполагал, что в мировом пространстве наблюдается поглощение света межзвездной материей. В 1930 году это было доказано наблюдениями. Свет поглощается межзвездными пылевыми облаками большой плотности. В 1999 году астрофизики из университета штата Алабама (США) с помощью спутника НАСА обнаружили сильнейшее ультрафиолетовое излучение, исходящее из **облака темной материи**, масса которой больше массы нескольких галактик. Но таких облаков множество. Возможно, в них-то и находится **скрытая масса**.

ПОЧЕМУ ОНИ РАЗБЕГАЮТСЯ

В результате астрономических исследований второй половины XX века оказалось, что существуют признаки того, что все галактики разбегаются в разные стороны — от центра Вселенной и друг от друга. При этом **разбегании галактики** продолжают «набирать обороты». То есть в отличие от спортсмена-бегуна на дистанции чем дальше они убегают, тем больше становится скорость их космического бега. А разбегаются галактики потому, что Вселен-

ная стремительно расширяется. Когда-то, многие миллиарды лет назад, Вселенная представляла собой некий первичный сгусток сверхплотной материи в виде огненного шара. В некий нулевой момент произошел **Большой взрыв**. Нулевым этот момент называют оттого, что до взрыва не существовало **Времени**. Произошел взрыв — и сразу родились **Пространство и Время.**

По самым последним данным, Большой взрыв произошел более 17 миллиардов лет назад. В пламени ядерных реакций стали рождаться галактики, звезды, планетные системы, планеты, Жизнь, Мысль, Наука, в частности, Астрономия. Природа стала познавать себя через мыслящих существ. Эти существа смотрят на разбегающиеся галактики и пытаются понять причины происходящего.

Одни ученые считают, что взрыв был причиной и началом рождения и развития Вселенной. Из этого следует, что Вселенная имела начало и будет иметь конец.

Другие (их больше) утверждают, что Вселенная бесконечна во времени. Расширение Вселенной идет до какого-то предела, после которого начнется сжатие. Иными словами, Вселенная пульсирует — чередуются сжатие и расширение.

Некоторые авторы не признают разбегания галактик. Они уверенно говорят, что Вселенная стабильна, вечна и бесконечна. А как обстоит на самом деле — покажет будущее.

ВОЗРАСТ ВСЕЛЕННОЙ

Космология — наука о возникновении и развитии Вселенной. Одна из задач этой науки — определение возраста Вселенной и ее составных частей. Современный уровень знаний позволил ученым выстроить предполагаемый сценарий рождения и развития нашего мира. Если принять гипотезу Большого взрыва, то считается, что он произошел в нулевой момент времени. И появилось Время. В течение самой первой единицы времени родились гипотетические частицы **гравитоны**. Первая единица времени (**квант времени**) равна 10^{-43} секунды. Эта величина получится, если разделить секунду на величину, которая выражается единицей с 43 нулями.

К концу первой минуты существовали уже ядра водорода и гелия. В течение 10 тысяч лет шло творение вещества. Через 300 тысяч лет излучение стало отделяться от вещества. Через 1–2 миллиарда лет появились первые **галактики**, а через 3 миллиарда лет галактики начали образовывать **скопления**.

В период 4–5 миллиардов лет возникли первые **звезды** и **квазары**. Спустя 15,2 миллиарда лет образовалось **межзвездное облако**, из которого затем сформировалась Солнечная система. 15,4 миллиарда лет — время образования планет и твердых пород. 16,1 миллиарда лет — и образовались самые старые земные породы. Когда Вселенной исполнилось

Большой взрыв

17 миллиардов лет, появились первые микроорганизмы.

Так что, как видите, Вселенная не очень-то молода. Но зато молодо Солнце, а Земля наша — вообще дитя по вселенским масштабам времени. А что касается возраста человечества (по этим же масштабам), то давайте представим себе весь период времени от Большого взрыва в виде одного года.

Итак, **Год Вселенной.** Большой Взрыв — 1 января. Рождение Галактики — 1 мая. Возникновение Солнечной системы — 9 сентября, планеты Земля — 14 сентября, жизни на Земле — 25 сентября. Время от зарождения жизни до появления первых людей занимает весь декабрь. А дальше все события укладываются в одни сутки 31 декабря. Каменный век начался в 23 часа 00 минут. Человек сам добыл огонь в 23 часа 46 минут, начал рисовать в

23 часа 59 минут, пахать землю — в 23 часа 59 минут 20 секунд. Государства, письменность, астрономия возникли в 23 часа 59 минут 50 секунд. Рождение Иисуса Христа — 23 часа 59 минут 56 секунд. Эпоха Возрождения в Европе, Великие географические открытия, система Коперника — 23 часа 59 минут 59 секунд.

ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

абсолютная звездная величина 336
Авеста 9
Адамс Джон 255
Аид 260
Алголь 346
Александрия 79
Альдебаран 339
«Альмагест» 85
Альтаир 339
Аматэрасу 117
Аммиак 226
Амон-Ра 23, 115
Амур 271
Анаксагор 73
антенна 49
антиподы 68
Аполлон 115
«Аполлон-11» 194
Арес (Марс) 143
Аристарх Самосский 82
Аристотель 58, 75, 86
Арктида 202
Арктур 339
армилла 42
армиллярная сфера 19, 42
Армстронг Нейл 194
Аррениус Сванте 156
Архимед 82, 122
Астарта 143
астероиды 112, 268
Астрея 268
астроблемы 304
астрограф 50, 268
астрология 20
астролябия 41
астрометрия 10, 100
астрономическая единица 113, 333
астрономия 5
астрофизика 11
астрофотография 50
Атлантида 203
атмосфера 7, 47, 165
атомисты 73
атомные ядра 173
атомы 73, 74
Атон 115
Афина-Паллада 231
Афродита 143
Ахура-Мазда 227
«Аэлита» 216

Б

базальт 163
Белое Пятно 237
Белопольский А. А. 241
Бермудский треугольник 178
беспорядок 68
Библия 9
Боде Иоганн 264
болиды 286
Большое Красное Пятно 229

Большой взрыв 366
Ботичелли Сандро 81
Браге Тихо 93
Бретань 24
Бруно Джордано 89
Брэдбери Рэй 213
Бэрд Р. 181

В

Вавилон 19
Ватикан 88
Вега 339
«Вега-1 и 2» 151, 318
Вегенер А. 202
Веды 9
Великовский Э. 231
Венера 142
«Венера-4» 149
«Венера-7» 149
«Венера-8» 149
«Венера-9» 151
«Венера-10» 151
«Венера-16» 151
вероятность 159
верх 66
Веспер 142
Веста 268
Ветхий Завет 9
«Викинг-1 и 2» 211
вихревое движение 73
водород 125, 226
возмущающиеся силы 324
«Война миров» 215
Войцеховский А. И. 203, 322
волокна 135
Вольтер Франсуа 247
Вольф 1346 339
Вольф Рудольф 168, 169
восток Е 34
«Вояджер-1 и 2» 234
Время 6, 18, 366
Вселенная 19, 69
Всеобщая Гармония 70
Всехсвятский С. К. 234
вспышка сверхновой 348

Г

галактика 332
галактики 360, 367
галактики-пигмеи 362
галактики-спутники 362
галактические скопления 362
галактические туманности 360
Галилей Галилео 43, 101, 134
«Галилеевы луны» 232
«Галилео» 233
Галле Иоганн 255
Галлей Эдмунд 181, 317
Гардинг Карл Людвиг 267
гармония 57
Гаусс Карл Фридрих 265
Геба 268
Гевелий Ян 188
гекатонхейры 65
гелий 125, 226
гелиобиология 169
Гелиос 115
гелиоцентризм 88
генератор 111
Генке 268
гео-гелиоцентрическая система 83
геоид 112
геоцентрическая система 83
Гербигер Ганс 181
Гермес 140, 271
Гершель Джеймс 344
Гершель Уильям 248
Гесиод 21

Гея 55
гипергалактика 362
Гиппарх 335
«глаз Япета» 247
гномон 19, 39
Год Вселенной 368
голова 313
гомеомерии 73
Гомер 21
Гондвана 202
Гор 115
горизонт 34
гравитация 63, 106
гравитоны 367
гранит 163
гранулы 127
Греция 20
Гуляр С. 311
Гумилев Н. С. 187
Гюйгенс Христиан 239

Д

Даждьбог 116
Данте Алигьери 81
двигатель 111
двойная планета 186
двойные звезды 333
Деймос 210
Декарт Рене 325
Дельта Цефея 346
Демокрит 21, 73, 74
Денница 143
Джинс Джеймс 325
«Джотто» 318
дисперсия света 108
дистанция 61
долгота 36
Древняя Греция 20
дрейф континентов 176
Дуглас А. 170
Дэвис Пол 198

Е, Ж

Египет 15, 16, 22
«жезл Иакова» 40
желтый карлик 119
жизнь 7, 33, 121, 156
жрецы 15

З

закон всемирного тяготения 106, 363
законы механики 107
запад W 34
затмение Луны 185
затмение Солнца 185
звезда 118, 367
звездная астрономия 11
звездная величина 335
звездная сфера 70
звездный каталог 95
звезды
— белые 337
— голубые 337
— дьявольские 345
— желтые 337
— затменно-двойные, или алголи 346
— коричневые 337
— красные 337
— кратные 343
— нейтронные 342
— новые 347
— оптически двойные 344
— оранжевые 337
— сверхновые 333, 353
— физически двойные 344
Зевс 231
Земля 153
Земля Санникова 202
земная кора 162

зенит 33
зенитное расстояние 34, 61
Зигель Ф. Ю. 133, 279
зодиак 36
Зодиакальный свет 279
зоология 36

И

Изида 143
Икар 271
Илья Муромец 65
инерция 107
ионосфера 166
Иштар 143

К

Казанцев А. П. 149, 301
календари 17, 37
Камень Фей 24
Кант Иммануил 325
Капелла 339
Карнак 23, 24
Кассини 230
квадрант 41, 96, 100
квазары 333, 352, 367
квант времени 367
Кеплер Иоганн 44, 97, 98
кислород 165
Китай 18
Кларк Артур 247
«Клементина» 193
коацерваты 158
Коваль В. 207
Козырев Н. А. 204
Коллинз Майкл 194
кольца вокруг Солнца 280
кольцо Сатурна 237
кома 313
комета 112, 284, 312
— Галлея 317
— Шумейкера-Леви 324
Комплексная Самодеятельная Экспедиция 300
конвекция 128
«Конская голова» 364
координаты 7
Коперник Николай 84
Кордылевский 199
корпускулы 132, 173
«Космическая одиссея 2001 года» 247
космические катастрофы 176
космические лучи 349, 353
космический мусор 165
космический телескоп «Хаббл» 29, 47, 359
космогония 11
космология 11, 367
космос 68
Кострома 116
красота 69
кремниевые фотоэлементы 123
Крик Ф. 157
Кринов Е. Л. 296
Крюгера 60 А 339
Кулик Л. А. 294
Купревич В. Ф. 221

Л

Лаплас Пьер-Симон 325
Лебедя 61 А 219
Леверрье Урбан 255
линза 43
линия горизонта 34
литосфера 176
«лицо сфинкса» 222
Ломоносов М. В. 147
Луксор 23
Луна 6, 37, 182

«Луна-3» 193
«Луна-9» 191, 193
«Луна-16» 194
«Луна-17» 194
«Луна-20» 195
«Луна-21» 195
«Луна-24» 195
лунный месяц 184
«Луноход-1» 194
«Луноход-2» 195
лучистая зона 128
Люцифер 142

М

Магеллановы Облака 331
магма 164
магнитное поле 172
магнитные бури 174
магнитные полюса 173
магнитосфера 172
Максутов Д. Д. 46
малые тела 113
мантия 164
Мардук 227
«Маринер-9» 223
«Маринер-10» 139, 150
Марс 207
«Марс-2, 3, 4, 5, 6 и 7» 211
«Марс обсервер» 218
«Марсианские хроники» 213
«Марсианский следопыт» 218
Масенко Т. 202
Маунт-Вильсон 360
Махабхарата 9
Медведев Яков 289
межзвездное облако 367
мезосфера 166
мениск 47
меридиан 62
Меркурий 137
Мессье Шарль 360
Метагалактика 359
металлический водород 225
метан 226
метеоритная астрономия 291
метеоритный рой 285
метеориты 165, 282, 283, 293
— Анигито или Кейп-Йорк I 294
— Бакубирито 294
— Гоба 294
— Кааба 294
— Мбози 294
— Мундрабилла 296
— «Палласово железо» 290
— Сихотэ-Алиньский 295
метеорные дожди 285
метеоры 282
микрофотометр 335
мир 69
Митра 117
Млечный Путь 22, 332
море Дьявола 178
море Паров 204
мудрецы 15
музыка сфер 71

Н

Набта 27
надир 33
направление 6
небесная механика 10
небесная сфера 33
небесные координаты 33
небесный глобус 35, 96
небесный меридиан 34
небесный экватор 33

Невский А. П. 303
Нейман В. Б. 203
Немезида 345
Нептун 252
низ 70
«Никс Олимпика» 211
Новый Завет 9
нормальные гиганты 362
нормальные карлики 362
нормальные
сверхгиганты 362
Ньютон Исаак 67, 106

О

Облако Оорта 322
Обручев В. А. 180
обсерватория 24, 26, 28, 52
объектив 44
озоновые дыры 166
октант 41
окуляр 44
Олдрин Эдвин 194
Олимп 211
Ольберс Генрих 266, 275
Оорт Я. 322
Опарин А. И. 157
Орбелиани Сулхан Саба 220
орбита эллиптическая 94
Оргел Л. 157
осеменение 157
Осиандер Андрей 88
ось мира 33

П

палеозой 202
Паллада 266
Паллас П. С. 289
Пангея 176
панспермия 156
парсек 333
Паустовский К. Г. 377
Пацифида 203
перводвигатель 73
первоэлементы 76
перигелий 317
«перспектива» 98, 96
Пиацци Джузеппе 265
Пикеринг 220
«Пионер» 318
«питательный бульон» 158
Пифагор 21, 57, 68
пифагорейство 57
плазма 128
планета 19
«Планета» 318
планетоиды 268
планеты земной группы 112
планеты-гиганты 112
Платон 75, 179
плоскость горизонта 34
Плутон 256
«Плутония» 180
полая Земля 180
полуденная линия 35
полушария 33, 35
полюс
— северный 33
— южный 33
полярные шапки 212
порядок 68
пояс астероидов 113, 269
пояс Койпера 278
пространство 18, 366
«противоземля» 72
противостояние 209
протуберанцы 18, 130
Прус Болеслав 15
прямое восхождение 36
Птолемей Клавдий 79
Пулковская обсерватория 344

пульсары 333, 350
пылевые «Луны» 199
Пяточный камень 25

Р

Ра 114
Рабинович Д. 309
равноденствие 38
Ра-Горахте 23
радиационный пояс 173
радиоволны 48, 349
радиотелескоп 48
радиус 62
разбегание галактик 366
РАТАН-600 49
реголит 191
рентгеновские лучи 349
рефлектор 46, 47, 108
рефрактор 45
ртуть 141

С

Савченко К. Н. 276
Сатурн 235
Сверхгигант 339
сверхгиганты 362
светимость звезды 336
световой год 333
Свифт Джонатан 219
Святогор 65
север 35
сейсмология 164
секстант 41, 90
Селена 186
селенография 188
«семена жизни» 157
Сириус 17, 23
Сириус А 339
Сириус В 350
скафис 62
Скиапарелли 215
склонение 36
скопления 367
Скотти Джеймс 309
скрытая масса 362, 364, 365
слабые карлики 362
созвездие 6
солнечная атмосфера 168
солнечная корона 131
солнечная постоянная 121
солнечное затмение 16
солнечные батареи 123
солнечные пятна 134, 168
солнечный ветер 132, 173
Солнце 6
Сотис 17
спектрорефлексометр 217
споры 157
стихии 76
Стойкович А. 292
Стоунхендж 24
«Странник» 219
стратосфера 166
Стребков Д. С. 124
Струве В. Я. 344, 365
Стьернеборг 96

Т

телескоп менисковый 46
темная материя 364
темные туманности 365
теория литосферных плит 176
теория относительности 356, 363
теория фигуры Земли 162
термопара 53
термосфера 167
термоэлемент 53
Тимофеев Д. 303
Тициус Иоганн Даниэль 263
Толстой А. Н. 216

Томбо Клайд 256
триквеструм 40
тропосфера 165
туманность Андромеды 331
Тунгусский метеорит 298

У

углекислый газ 165
угловая высота 31, 34
«угловая структура» 222
угловые размеры 31
угловые расстояния 31
Улугбек 29
Уран 248
Ураниборг 95
Уэллс Герберт 215

Ф

фазы 144
факелы 136
Фалес Милетский 21
Фаэтон 275
Фесенков В. Г. 280
Филолай 71
Фландерн ван 276, 323
флоккулы 136
Фобос 210
«Фобос-1 и 2» 218
фокус 91
фотография 49
фотокамера 50
фотометр 53
фотосфера 126, 129
фотоэлемент 53

Х

Хаббл Эдвин 360
халдеи 19
хаос 68
хаотическое движение 73
Харон 258
Хартман 198
Хвастунов М. 205
хвост 313
Хладный Эрнст 291
Холл Асаф 209
Хорс 117
хромосфера 130
Хронос (Кронос) 243

Ц

Цах Франц 265
центральный огонь 71
Цераский В. К. 123
Церера 265
циклопы 64
циклы 168
Циолковский К. Э. 307

Ч

Человек разумный 159
«черные дыры» 339, 363
Черное (Серое) пятно 231
Чижевский А. Л. 169
Чу Конг 19
Чулпан 143
«Чулымский болид» 320

Ш

Швабе Генрих 168
Шейнер Христофор 45, 104, 168
широта 36
Шмидт О. Ю. 276, 326
шумеры 55

Щ

«щель Кассини» 239
Щербаков Р. 205

Э

Эверест 212
Эйлер Леонард 181

Эйнштейн Альберт 356
экваториальная армилла 96
эклиптика 38
электроны 173
Эллада 20
эллипс 97, 315
Эммерсон У. Дж. 181
энергия 121
Эратосфен 60
Эрос 271

Ю, Я

юг 35
Юнона 278
Юпитер 234
ядерный реактор 129
ядро 128, 164, 313
Янсен Олаф 181
Ярило 116
яркие гиганты 362
яркие карлики 362
Яровит 116

СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМНАЯ НАУКА О НЕБЕСНЫХ ТЕЛАХ

Что и зачем изучает астрономия 5
Раннее детство астрономии 11
Тысячи лет без телескопа 22
Особенности астрономических наблюдений 29
Небесная сфера в точках и линиях 32
Зодиак и эклиптика 36
Первые астрономические инструменты 39
Телескопы: 500 лет истории 43
Космос и фотография 49

АСТРОНОМИЯ НАЧИНАЕТСЯ С ЗЕМЛИ

Земля в представлении древних 55
Земля имеет форму шара 57
Они решились измерить Землю 60
Тяга земная и силы небесные 63
Где верх и низ у земного шара? 65
Мир по Пифагору 68
Мыслители Эллады — об основах мироздания 72
Мир по Платону и Аристотелю 75
Мир по Птолемею 79
Предтечи Коперника в античном мире 82
«Пусть не входит никто, не знающий геометрии» 85

Джордано Бруно 89
«Небожитель» с квадрантом и шпагой 93
«Колумб небесной сферы» 97
«Однако ж прав упрямый Галилей» 101
«Мальчик, играющий на морском берегу» 106

МИР СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Солнечнач система 111
Солнце — древнейшее божество 114
Солнце — звезда необыкновенная 118
Солнце — источник энергии 121
Солнечные этажи 125
Пламенная атмосфера 129
Пятна на лике божества 134
Где сутки длятся дольше года 137
Под знаком Гермеса 140
«Веспер золотой» 142
«...Окружена знатной воздушной атмосферой» 145
«На Венере, ах, на Венере...» 148
Планета как планета 153
Главная особенность Земли 156
Как устроена Земля 160
Прозрачная одежда Земли 165
В горячих объятиях Солнца 168
Земной магнит и солнечный ветер 172
Наша таинственная планета 175
А что, если Обручев не фантазировал? 179
Спутник Земли 182
Луна вблизи 187
Исследования Луны 193
Происхождение Луны 196
Планета загадок 200

Орбитальная станция «Луна»? 204
Цвета крови и железной ржавчины 207
Так есть ли жизнь на Марсе? 214
«Не велено никого пущать!» 218
Марсианские ребусы и шарады 219
Царственная планета 224
Бури, вихри и пятна Юпитера 228
Сначала их было четыре... 232
Гигант № 2 235
Кольца: вблизи и подробно 239
Хронос — небесный хронометр 243
Очарованные странники вокруг Сатурна 244
Небесный колобок 248
Его сначала вычислили 252
Открытый менее ста лет назад 256

МЕНЬШИЕ РОДСТВЕННИКИ ПЛАНЕТ

Поиски недостающей планеты 263
Да она здесь не одна! 266
Осколки прошлого или стройматериалы для будущего? 271
И Солнце тоже окольцовано 277
Данные о некоторых астероидах 281
«Близкие родственники» астероидов 282
История сибирской железяки 289
Самые знаменитые 293
Таинственный «Тунгус» 296
Опасные встречи 303
Косматые вестницы небес 310
Неужели одна видимость? 312
Может быть, это она погубила Атлантиду... 317
Откуда они берутся и куда деваются? 322
Происхождение Солнечной системы 325

В МИРЕ ЗВЕЗД И ГАЛАКТИК

Звездный купол Земли 329
«Далеко, как до звезд» 333
Соревнование ярких и горячих 335
Мал золотник, да дорог... 338
Вселенские «двойняшки» 342
Иксы и игреки Вселенной 345
Гигантские атомы и «как бы звезды» 349
Космические лучи 353
Черные дыры Вселенной 355
Сколько звезд во Вселенной? 357
Туманный мир галактик 360
Скрытая масса и темная материя 363
Почему они разбегаются 365
Возраст Вселенной 367
Предметно-именной указатель 370

Научно-популярное издание

В помощь учебному процессу

Я ПОЗНАЮ МИР

Энциклопедия

АСТРОНОМИЯ

Николай Яковлевич Дорожкин

Зав. редакцией *Е. М. Иванова*
Ведущий редактор *Е. Г. Рудакова*
Художественный редактор *И. А. Зыкова*
Технический редактор *Г. А. Этманова*
Компьютерная верстка *Г. П. Шевцовой, Н. Г. Гаспаровой*

ООО «Издательство АСТ»
141100, РФ, Московская обл., г. Щелково, ул. Заречная, д. 96

ООО «Издательство Астрель»
129085, г. Москва, пр-д Ольминского, д. 3а

Вся информация о книгах и авторах
Издательской группы «АСТ» на сайте www.ast.ru

По вопросам оптовой покупки книг
Издательской группы «АСТ» обращаться по адресу:
г. Москва, Звездный бульвар, д. 21 (7 этаж)
Тел.: 615-01-01, 232-17-16

Заказ книг по почте:
123022, г. Москва, а/я 71, «Книга — почтой»,
или на сайте shop.avanta.ru

ОАО «Владимирская книжная типография».
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7.
Качество печати соответствует качеству предоставленных диапозитивов

www.elkniga.ru

ISBN 978-5-17-046236-0

ИЗДАТЕЛЬСТВО